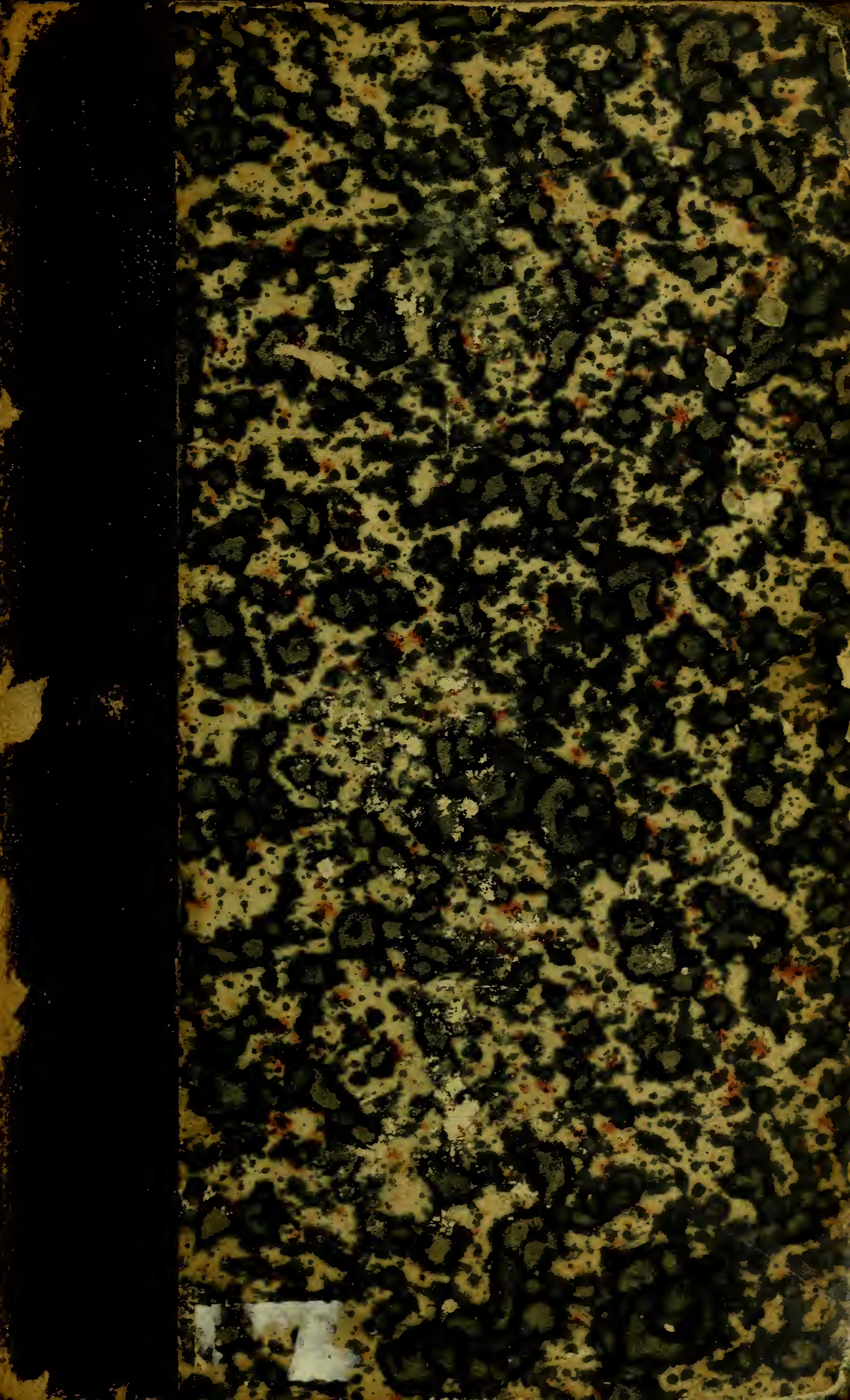
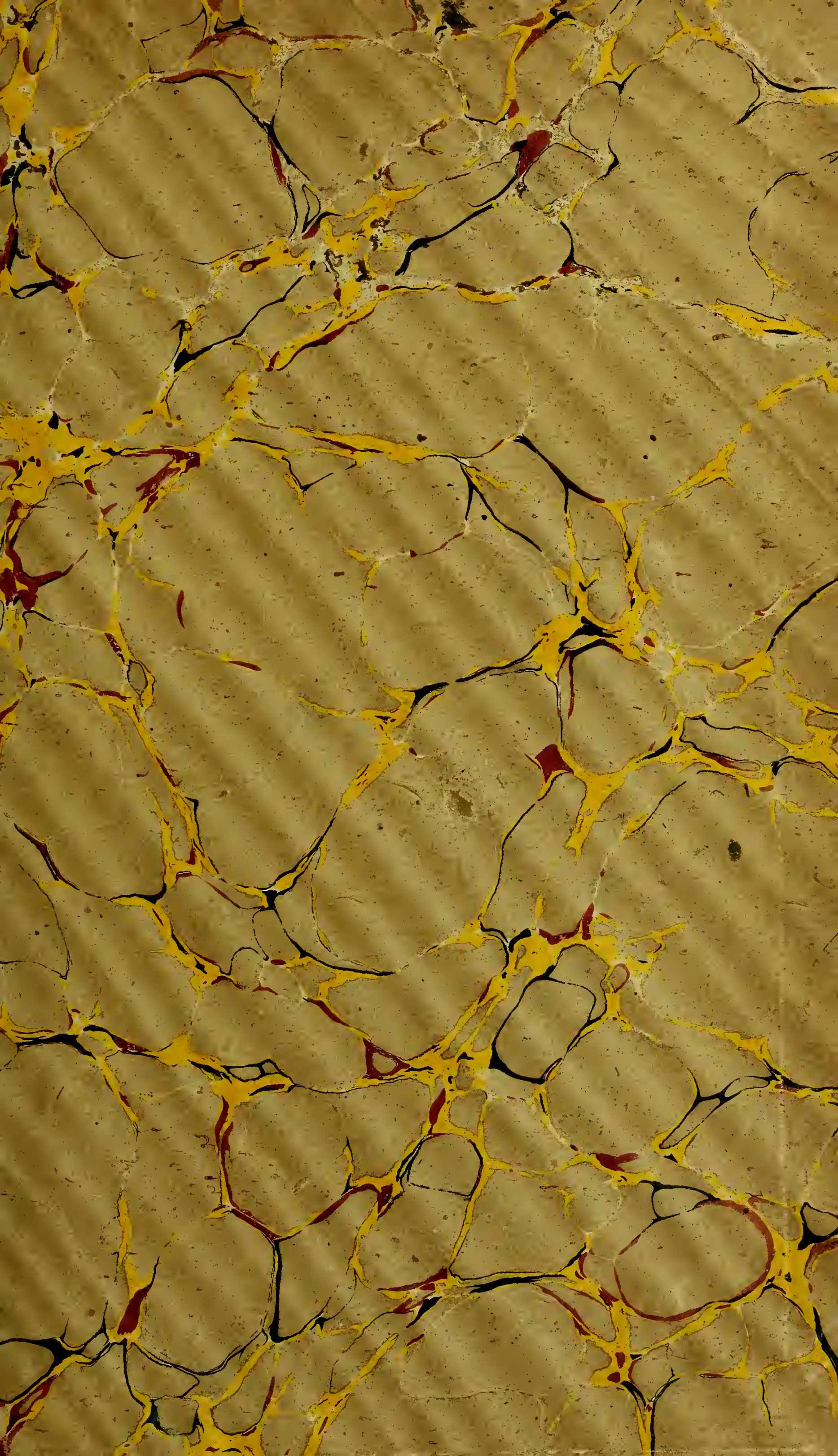



22101824549



28

STORE / 30371

TRAITÉ
D'ÉLECTRICITÉ
MÉDICALE

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

TRAITÉ
D'ÉLECTRICITÉ
MÉDICALE



RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET CLINIQUES

PAR LES DOCTEURS

E. ONIMUS ET CH. LEGROS

Avec 141 figures intercalées dans le texte

PARIS
LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE
17, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE
1872

318546

-1425616

STORE 30371



M17163

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	welMOmec
Call	
No.	WB 495
	1872
	O58t

AVANT-PROPOS

Ce *Traité d'électricité médicale* contient la plupart des mémoires d'électro-physiologie publiés, depuis quelques années, dans le *Journal d'anatomie et de physiologie* et qui ont été récompensés par l'Académie des sciences (concours de 1869, première médaille).

Depuis cette époque, nous avons complété quelques-unes de ces recherches et plusieurs chapitres sont entièrement inédits. En même temps, nous nous sommes efforcés d'appliquer à la pathologie et à la thérapeutique les lois et les principes que nous enseignait la physiologie. Partisans convaincus de la médecine expérimentale, nous avons eu un but constant dans nos recherches, celui d'introduire dans l'électrothérapie des données positives et certaines, en dehors de toute théorie et de tout système.

Peut-être, peut-on nous reprocher de ne pas assez insister sur certains cas cliniques, de ne pas relater complétement toutes les observations pathologiques et de nous étendre trop longuement sur les faits physiologiques. Ce

reproches nous les acceptons avec plaisir, car nous avons voulu constituer une science basée uniquement sur des lois découvertes expérimentalement, et non encombrer l'histoire de l'électricité médicale de nouveaux cas de guérison empirique.

Pour que l'électricité puisse devenir un agent thérapeutique méthodique et rationnel, il faut que le médecin, avant tout, sache quelles sont les diverses modifications qu'il détermine dans l'organisme, lorsqu'il applique sur une région quelconque les électrodes d'un appareil électrique. Les conséquences pratiques découlent forcément de ces recherches purement physiologiques.

— Nous tenons à ajouter encore un mot : en combattant, dans ce travail, les hypothèses de M. du Bois-Reymond, nous y avons été déterminés uniquement par des convictions scientifiques et non, comme on pourrait le supposer, par antipathie nationale. Cette déclaration, ridicule en d'autres temps, est malheureusement nécessaire aujourd'hui. La conduite récente de tous les savants allemands nous autoriserait à nous féliciter d'avoir été depuis longtemps, dans ces questions d'électro-physiologie comme dans d'autres de physiologie générale, parmi les rares partisans des Écoles françaises, et d'avoir osé douter des théories plus ou moins métaphysiques d'outre-Rhin. Mais nous le répétons, nous n'avons jamais été influencés que par des préoccupations purement scientifiques. Dans tous les cas, nous ignorions en commençant ce travail, et nous n'avions jamais pu supposer que nous assisterions un jour

à ce spectacle honteux et que nous aurions à subir les insultes des savants en même temps que « toute la douceur d'un peuple modéré qui ne convoite rien en dehors du territoire allemand », selon les propres expressions du recteur de l'Université de Berlin.

La science, nous ne l'avons jamais oublié en France, est en dehors et au-dessus des sentiments nationaux et des questions personnelles, mais c'est au nom de la dignité même de la science que nous protestons contre les paroles de M. du Bois-Reymond, dont le nom revient si souvent dans notre ouvrage. C'est à l'homme de science, et non au Prussien, que nous reprochons d'avoir, dans une séance solennelle de l'Université de Berlin, injurié toute la nation française, et de s'être déclaré publiquement, lui, professeur illustre, « le garde du corps de la maison de Hohenzollern ».

TRAITÉ
D'ÉLECTRICITÉ
MÉDICALE

PREMIÈRE PARTIE

APPAREILS ÉLECTRIQUES

CHAPITRE PREMIER

DE L'EMPLOI DE L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE EN THÉRAPEUTIQUE

L'électrisation statique était autrefois beaucoup employée en médecine, mais elle a été presque complétement abandonnée depuis la découverte des courants d'induction.

Les appareils employés sont la machine électrique par frottement que tout le monde connaît, la machine électrique de Nairne qui donne les deux électricités, et, comme condensateur, la bouteille de Leyde. La machine électrique de Holtz, inventée récemment, présente de grands avantages : car, sous une forme moins volumineuse, elle donne de grandes quantités d'électricité.

L'électricité statique comprend divers procédés d'appli cation.

A. *Etincelles.* — Le patient est placé près de la ma

chine, et il reçoit des étincelles en approchant les parties malades, des conducteurs métalliques de la machine électrique en action.

B. *Electrisation par étincelles* ou *Bain électrique.* — On place la personne que l'on veut électriser sur un tabouret isolant, et on la met ensuite en communication avec les conducteurs d'une machine électrique. Le corps se charge d'électricité, dont une partie se répand à sa surface, et l'autre s'écoule dans l'air ambiant et produit le hérissement des cheveux. On associe quelquefois ce procédé avec celui des étincelles.

C. *Electrisation à l'aide d'un condensateur.* — On se sert de la bouteille de Leyde. On met sa garniture extérieure en communication avec la partie du corps qu'on veut électriser, tandis qu'on approche de la surface opposée de la même partie un excitateur en communication avec la garniture intérieure de la bouteille. La neutralisation des tensions de signes contraires se fait alors à travers les parties situées entre les deux points en contact avec les conducteurs.

Ce qui caractérise l'électricité statique, c'est sa forte tension, mais ses effets ne diffèrent pas notablement de ceux des appareils d'induction, et il est possible d'obtenir avec des bouteilles de Leyde les mêmes actions physiologiques qu'avec ces derniers. Il suffirait pour cela d'avoir des bouteilles de Leyde qui se déchargeraient et se rechargeraient plus ou moins rapidement.

Il faut également remarquer que la décharge de la bouteille de Leyde, selon le signe du fluide, agit différemment sur les tissus vivants. Dans une lettre écrite en 1792, Volta rapporte l'expérience suivante : « Ayant répété souvent

l'expérience, j'ai vu que, si la partie de la bouteille qui touche le nerf est positive ou *en plus*, il suffit, pour produire les convulsions, d'une charge de cinq ou six centièmes de degré de mon électromomètre à paillette; et, au contraire, si l'on fait toucher par le muscle et correspondre au nerf la partie électrisée négativement ou *en moins*, ce n'est pas assez de vingt, vingt-cinq, trente centièmes de degré du même électromomètre. » Comme le fait remarquer Matteucci (1) : il est difficile de décrire une expérience plus exacte et qui montre plus clairement, comme cela est vrai pour toute espèce de courants électriques, que le courant direct est celui qui éveille la contraction la plus forte et qui excite le nerf le plus énergiquement.

Accidents causés par la foudre. — Les fortes étincelles et les secousses produites par l'électricité statique ne sont pas toujours sans danger. Elles ne diffèrent, en effet, de la foudre que par une quantité moindre d'électricité.

On cite quelques cas de guérison de paralysies à la suite de coups de foudre, entre autres celui du pasteur Winter à Kent, qui, paralysé depuis un an, se trouva radicalement guéri, après une violente commotion qu'il éprouva au moment où la foudre tombait dans sa chambre.

Les hommes et les animaux frappés par la foudre présentent, en général, des plaies saignantes, des perforations, des brûlures. Quand il n'y a pas de marque à l'extérieur du corps, l'autopsie indique souvent une congestion dans le cerveau, et un épanchement de sang hors des vaisseaux sanguins. En dehors de ces lésions organiques, il est pro-

(1) *Phénomènes physico-chimiques des corps vivants* (*Revue des cours scientifiques*, 1868).

bable, comme M. Brown-Sequard l'a indiqué (1), que les animaux meurent par épuisement du système nerveux. M. Longet a constaté, sur des animaux tués par de violentes décharges électriques, qu'il était impossible, immédiatement après la mort, de déterminer des contractions musculaires en excitant les nerfs mêmes par des courants énergiques.

On remarque généralement que les cadavres entrent rapidement en putréfaction, ce qui concorde avec les faits démontrés par M. Brown-Sequard, que les contractions musculaires répétées amènent plus promptement la mort complète d'un membre, l'apparition et la disparition de la rigidité cadavérique, et finalement le développement de la putréfaction.

L'électricité atmosphérique agit encore sur l'homme lorsqu'elle s'y trouve en grande quantité. C'est ainsi que, pendant les temps orageux, les personnes nerveuses surtout éprouvent un malaise assez considérable. Souvent même, les névralgies augmentent d'intensité pendant ces moments, et les douleurs musculaires se font sentir chez les individus atteints de rhumatisme.

Enfin, l'électricité atmosphérique a de plus un effet indirect sur l'organisme par la production de l'ozone. On sait qu'on a voulu voir dans la diminution de l'ozone la cause de certaines épidémies, car on attribue à l'ozone une propriété délétère sur les miasmes. On prétend également, et certaines réactions chimiques semblent le démontrer, que l'oxygène combiné aux globules rouges du sang s'y trouve à l'état d'ozone.

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1857.

CHAPITRE II

DES COURANTS D'INDUCTION

Faraday, l'illustre physicien anglais, découvrit en 1832 qu'un fil parcouru par un courant électrique et approché brusquement d'un autre fil à l'état naturel, développe dans ce dernier un courant instantané d'électricité (fig. 1).

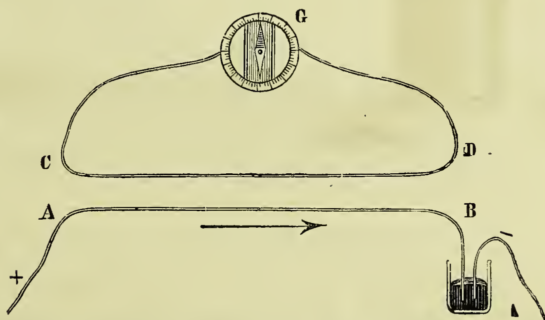


FIG. 1. — Figure schématique servant à définir l'induction d'un courant par un courant.

Si le fil, parcouru par le courant, au lieu de s'approcher du fil naturel, s'en éloigne, le résultat est le même ; mais si les fils restent immobiles à côté l'un de l'autre, rien ne se produit. Au lieu d'approcher ou d'éloigner les fils l'un de l'autre, on peut simplement lancer ou retirer brusquement le courant électrique, et dans ce cas le fil naturel est encore traversé par un courant instantané d'électricité.

Voici les deux principes importants de ces expériences :

A. Un courant qui commence fait naître dans un circuit fermé voisin un courant de sens contraire (fig. 2).

B. Un courant qui finit fait naître dans un circuit fermé voisin un courant de même sens.

Si, au lieu d'un fil parcouru par un courant, on approche ou l'on éloigne d'un fil naturel un morceau de fer aimanté, on produira les mêmes effets.

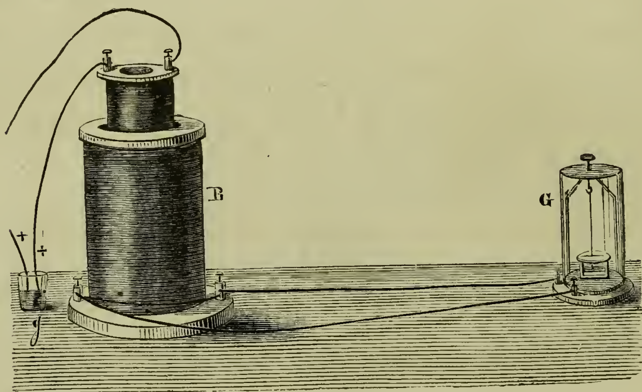


Fig. 2. — Induction d'un courant par un courant.

A. Un aimant approché d'un circuit fermé fait naître dans celui-ci un courant de sens contraire à celui de l'aimant considéré comme solénoïde (fig. 3).

B. Un aimant éloigné d'un circuit fermé voisin fait naître dans celui-ci un courant de même sens que celui de l'aimant considéré comme solénoïde.

Au lieu d'employer un aimant, on peut employer un morceau de fer doux, que l'on aimante momentanément, et alors les deux propositions précédentes s'annoncent ainsi :

A. Un aimant qui commence fait naître dans un conducteur fermé un courant de sens contraire.

B. Un aimant qui cesse induit un courant de même sens.

Tous ces courants instantanés sont appelés *courants d'induction.*

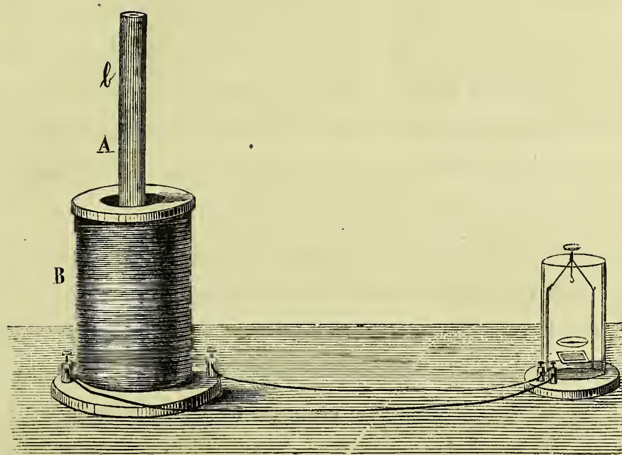


FIG. 3. — Induction d'un courant par un aimant.

Pour produire un courant induit d'une énergie considérable, au lieu d'agir sur des fils rectilignes, on enroule un fil autour d'un cylindre en bois ; le fil est recouvert de soie, et les spires sont ainsi isolées les unes des autres. Puis, au dessus de ce premier fil, et quelquefois en même temps que lui, on enroule un second fil également recouvert de soie. C'est là-ce qui constitue la bobine d'induction. Le fil dans lequel le courant sera lancé, puis interrompu, est le *fil inducteur*, l'autre B dans lequel on recueillera les courants produits, est le *fil induit.*

On peut ainsi produire des courants d'induction très-forts, en augmentant le nombre de tours. On a trouvé un autre moyen très-ingénieux : c'est de placer à l'intérieur de la bobine une série de tige de fer doux. Sous l'influence du courant inducteur, ce fer doux va s'aimanter, et ajoutera

alors son action à celle du courant lui-même, et le courant induit en sera grandement augmenté.

Induction d'un courant sur lui-même. — Lorsqu'un circuit d'une longueur assez grande est traversé par un courant voltaïque d'une certaine énergie, on obtient également des courants induits au moment de la rupture et de la fermeture du courant. Ces courants sont dus à l'action inductrice d'un courant sur son propre circuit.

Le courant qui se développe à la fermeture est de sens opposé au courant de la pile, et n'a pour effet sensible qu'un affaiblissement momentané du courant inducteur.

Le courant qui est induit à la rupture du courant est de même sens que celui qui circule dans le circuit; c'est ce courant qui peut être rendu très-sensible, et qu'on emploie souvent en électrothérapie; il a reçu le nom d'*extra-courant*.

La puissance des courants dépend de la force de la pile et de la grosseur des divers fils. Leur force est en raison de la grosseur et de la longueur des fils; leur tension, en raison de leur longueur et de leur ténuité.

On emploie, pour le fil inducteur, un fil gros et plus court que celui qui sert à déterminer les courants induits; celui-ci est long et fin.

En résumé, le fil inducteur est parcouru par le courant continu de la pile; ce courant porte le nom de *courant inducteur*.

Dans ce même fil, à chaque interruption du courant de la pile, il se produit un courant induit appelé *extra-courant*.

Dans le fil long et fin qui est enroulé au-dessus du fil inducteur, il se produit des courants induits à chaque fer-

meture et à chaque rupture du courant inducteur. Ces courants développés dans ce second fil sont appelés *courants de premier ordre.*

Des courants dits *de second ordre* se développent dans un troisième fil, mais à l'aide d'une disposition particulière. On a cru, en effet, qu'il suffisait d'enrouler un troisième fil sur le second et par conséquent sur la même bobine; mais on n'obtient ainsi qu'un courant de premier ordre. Pour obtenir un courant de second ordre, il faut nécessairement le soustraire à l'action directe du courant inducteur. A cet effet, on doit le recueillir sur une seconde bobine qui reçoit d'abord, une continuation du second fil qui devient inducteur pour le troisième qui le recouvre.

La même disposition serait nécessaire pour les courants de troisième, de quatrième, etc... ordres; c'est-à-dire qu'ils devraient être recueillis sur des bobines séparées et successives. M. Duchenne, en mettant dans son appareil une seconde hélice autour de la première hélice induite, ne peut donc obtenir, comme il l'a cru, des courants d'ordre supérieur à celui de la première hélice.

Une autre erreur de M. Duchenne, qui a eu des résultats très-fâcheux, consiste dans la confusion qu'il a faite de l'extra-courant avec celui de premier ordre. Pour lui, ces deux déterminations expriment un seul et même courant. Nous venons de montrer, au contraire, que l'extra-courant est produit dans le premier fil ou fil inducteur, et qu'il s'ajoute au courant de la pile au moment de la rupture. D'un autre côté, nous avons dit que tous les physiciens appellent courant de premier ordre celui qui se développe dans le premier fil induit, courant de deuxième ordre celui qui se développe dans un second fil induit, et ainsi de suite;

c'est donc le courant de premier ordre que M. Duchenne appelle courant de deuxième ordre.

Ce qui rend cette confusion plus regrettable, c'est que ces deux sortes de courant n'ont pas les mêmes propriétés. Aussi, tandis que les auteurs qui considèrent avec M. Duchenne l'extra-courant comme un courant induit de premier ordre, soutiennent que le *courant de premier ordre est plus faible* que celui de second ordre; ceux qui considèrent le courant du second fil comme étant celui de premier ordre, prétendent au contraire que *le courant de premier ordre est le plus fort.* Les uns et les autres ont parfaitement raison, car ils désignent le même courant; mais que de lecteurs seront complétement déroutés! Dans ces derniers temps, M. Duchenne, se rendant à moitié aux objections qui lui avaient été faites, surtout par A. Becquerel, a désigné l'extra-courant par courant de la première hélice, et le courant induit de premier ordre par courant de la seconde hélice. Il valait mieux revenir complétement aux mots employés par les physiciens.

Des appareils d'induction. — Les appareils d'induction sont de deux sortes : les appareils électro-magnétiques (volta-électriques), et les appareils magnéto-électriques, selon que l'on induit les courants par des courants directs de la pile, ou par des aimants.

Appareils électro-magnétiques. — Ces appareils se composent : 1° d'une pile; 2° d'une bobine en bois ou en carton sur laquelle sont enroulés les fils inducteur et induit; 3° presque toujours d'un faisceau de fer doux placé dans la cavité de la bobine; 4° d'un trembleur ou vibrateur; 5° d'un graduateur qui consiste en un cylindre de cuivre creux qui recouvre la bobine et qui, placé à l'intérieur, enveloppe le

fer doux de manière à le laisser plus ou moins attiré au dehors, ou rentré.

Le fonctionnement de ces appareils est le suivant : le fil inducteur est en communication avec les pôles d'une pile; ou mieux, d'après la disposition indiquée par Noeff, l'un des pôles de la pile, le pôle positif par exemple, est mis en rapport avec une des extrémités du fil inducteur de la bobine; l'autre extrémité de ce fil inducteur se termine au trembleur, qui consiste en une lame de cuivre flexible. Cette lame de cuivre est placée entre le pôle positif représenté par une des extrémités du fil inducteur et un pivot métallique auquel aboutit le pôle négatif de la pile.

On peut à volonté rapprocher ou éloigner au moyen d'une vis le trembleur de la bobine, ce qui permet d'accélérer ou de ralentir les intermittences.

Le circuit est fermé par le contact du trembleur avec le pôle négatif, c'est-à-dire avec le pivot métallique. Quand le circuit est fermé, le fer doux situé dans la bobine s'aimante instantanément sous l'influence du courant voltaïque; mais ce fer aimanté, attirant aussitôt à lui le trembleur, ouvre par cela même le circuit, et se désaimante au même instant. Le trembleur revient alors de lui-même en contact avec le pôle négatif, le circuit se trouve refermé, le fer doux s'aimante, attire le trembleur, qui, par ce contact, ouvre de nouveau le circuit, et ainsi de suite.

Tels sont les éléments principaux des appareils électro-magnétiques, et ceux-ci ne diffèrent entre eux que par la disposition de ces différentes parties, par la longueur et la grosseur des fils, par le graduateur et la pile employée.

Le premier appareil d'induction construit pour les usages médicaux est celui de Masson. Cet appareil n'est plus

employé, mais c'est à Masson que revient l'honneur d'avoir le premier indiqué le mode d'électrisation localisée employé aujourd'hui (1).

« La propriété du courant induit, de n'affecter que les points touchés, permet de soumettre à son action une partie quelconque du corps. Ainsi, en plaçant deux lames métalliques sur les extrémités d'un doigt, après les avoir placées dans le courant, ce dernier ne traversera que le doigt. On sent déjà toute l'importance de cette découverte pour ceux qui s'occupent d'appliquer l'électricité à la médecine. »

Les autres appareils employés sont ceux de Eric Bernard, de Legendre et Morin, de Bianchi, etc., mais ces appareils ayant été remplacés par d'autres plus commodes, nous ne croyons pas devoir entrer ici dans plus de détails, que le lecteur d'ailleurs pourra trouver dans d'autres traités (2).

Appareil de M. Duchenne (de Boulogne). — L'appareil de M. Duchenne est un peu volumineux. Le cylindre graduateur est extérieur à la bobine induite. Un modérateur composé d'un tube à eau est annexé à l'appareil et permet de diminuer à volonté l'intensité du courant.

La pile, qui était d'abord une pile formée avec les éléments de Bunsen, a été remplacée depuis quelques années par la pile de Marié-Davy au bisulfate de mercure.

La bobine composant le système d'induction est formée de deux fils de cuivre de diamètre différent, recouverts de fil de soie et superposés.

(1) *Annales de chimie et de physique*, 2e série, t. LXVI, p. 27. Voyez le rapport de M. Becquerel sur le concours de 1866 : *Des applications de l'électricité à la thérapeutique*.

(2) Voyez pour l'historique et les détails de ces appareils le traité du docteur A. Becquerel : *Traité des applications de l'électricité à la thérapeutique* (1866).

Le fil le plus gros est enroulé en hélice sur une botte de fils de fer doux ; ce fil produit l'extra-courant.

Le fil le plus fin est enroulé sur le précédent. Il donne naissance au courant de premier ordre.

Pour obtenir des intermittences rares ou fréquentes, lentes ou rapides, selon les indications physiologiques, on se sert du trembleur, dont les battements peuvent être ralentis ou accélérés à volonté au moyen d'une vis et d'une pédale qui sert à faire avec le pied des intermittences éloignées. Cette pédale remplace la roue dentée, et a l'avantage de laisser les mains libres.

Depuis quelques années, M. Duchenne a également construit un autre appareil plus petit et portatif. Cet appareil a la forme d'un volume in-8°. Il se compose : 1° d'une bobine longue de 6 centimètres, formée par deux hélices superposées et dont les fils de cuivre ont une section et une longueur différentes ; 2° d'un fer doux constitué par une large plaque de fer-blanc roulée en hélice de manière à être placée au centre de la bobine ; 3° d'un commutateur des hélices ; 4° d'un tube graduateur, d'un trembleur et d'un rhéotome pour les intermittences lentes (1).

Appareils de M. Ruhmkorff et de M. Gaiffe. — Les appareils les plus employés aujourd'hui sont ceux de M. Ruhmkorff et de M. Gaiffe, qui présentent entre eux beaucoup d'analogie, et qui ont l'avantage de donner, sous un petit volume, des courants d'induction très-énergiques. Ces appareils ont, de plus, l'avantage d'être très-simples et d'un prix peu élevé.

La pile de ces appareils est la pile au bisulfate de mer-

(1) Duchenne (de Boulogne), *De l'électrisation localisée et de son application à la pathologie et à la thérapeutique*, 2e édition, 1861.

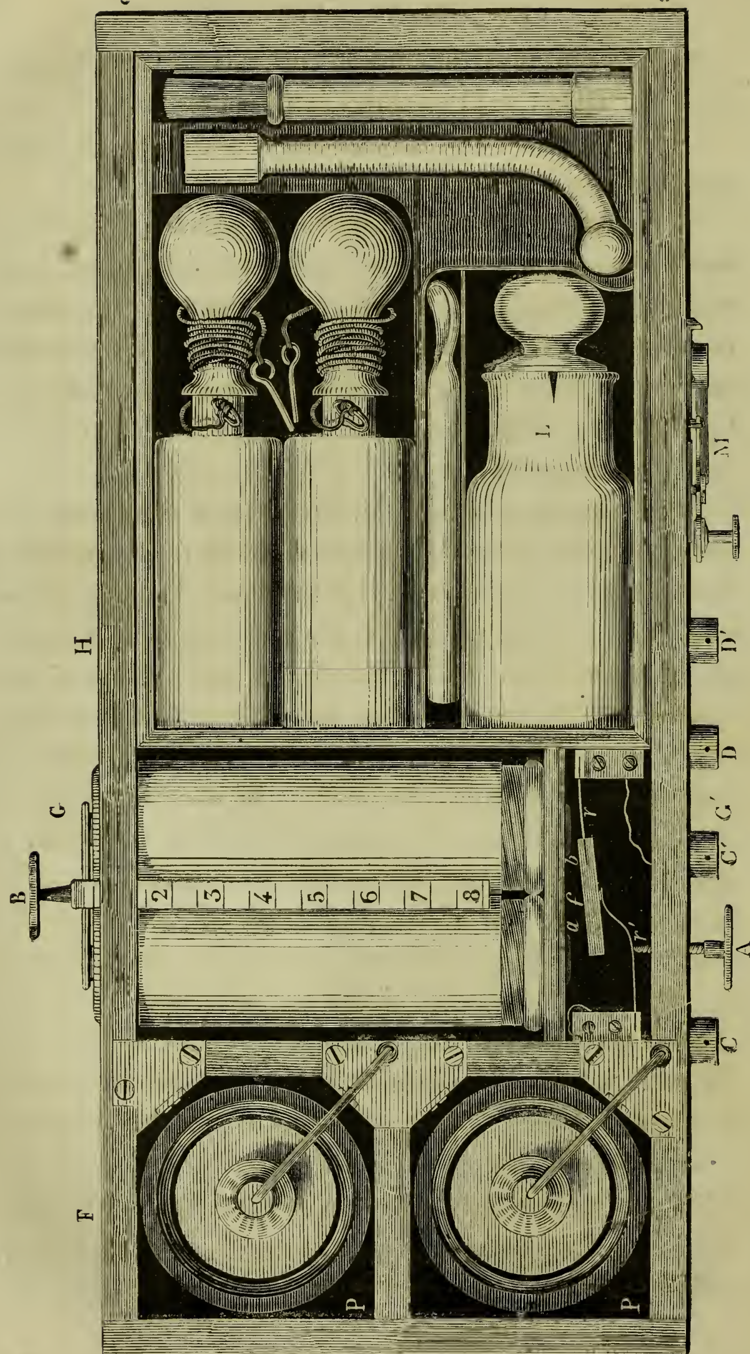


Fig. 4. — Appareil d'induction de M. Ruhmkorff.

cure. Dans l'appareil de M. Ruhmkorff (fig. 4), il y a deux éléments formant des godets cylindriques distincts P,P. Dans celui de M. Gaiffe, les deux éléments sont réunis en une petite auge rectangulaire en gutta-percha. Le trembleur est à découvert et peut être rapproché ou éloigné de la bobine au moyen d'une vis. Les interruptions du courant peuvent être réglées à volonté par une roue dentée dans l'appareil de M. Ruhmkorff, et dans l'appareil de M. Gaiffe, par une simple bande élastique de cuivre qui ferme le courant lorsqu'on la maintient abaissée.

Pour graduer l'appareil, M. Ruhmkorff a recouvert les bobines de deux cylindres en laiton formant un double manchon mobile G. Ces manchons métalliques sont également sillonnés de courants induits que développe le courant inducteur, et qui neutralisent ceux que l'on recueille. De sorte que plus grande sera la partie de la bobine recouverte par le manchon, et plus faibles seront les courants. Si le cylindre est complétement enlevé, les secousses seront aussi énergiques que possible. Une tige graduée B. permet de retirer plus ou moins le manchon.

Dans l'appareil de M. Gaiffe, le tube graduateur pénètre entre le barreau central de fer doux et la bobine inductrice. Pour augmenter l'énergie du courant, il suffit également de tirer au dehors ce petit tube métallique.

Nouvel appareil de M. Gaiffe avec la pile au chlorure d'argent (fig. 5). — Cet appareil diffère de l'appareil que nous venons de mentionner par l'interrupteur et par la pile.

La boîte est séparée en deux parties. La première case renferme les deux couples de pile L,L′ serrés entre la paroi A D de la boîte et des ressorts qui établissent les communications.

La seconde case renferme la bobine M, sur laquelle sont roulés les fils inducteur et induit.

Le bouton plat R est la tête du tube graduateur ; en le tirant plus ou moins, on augmente ou diminue l'intensité des courants.

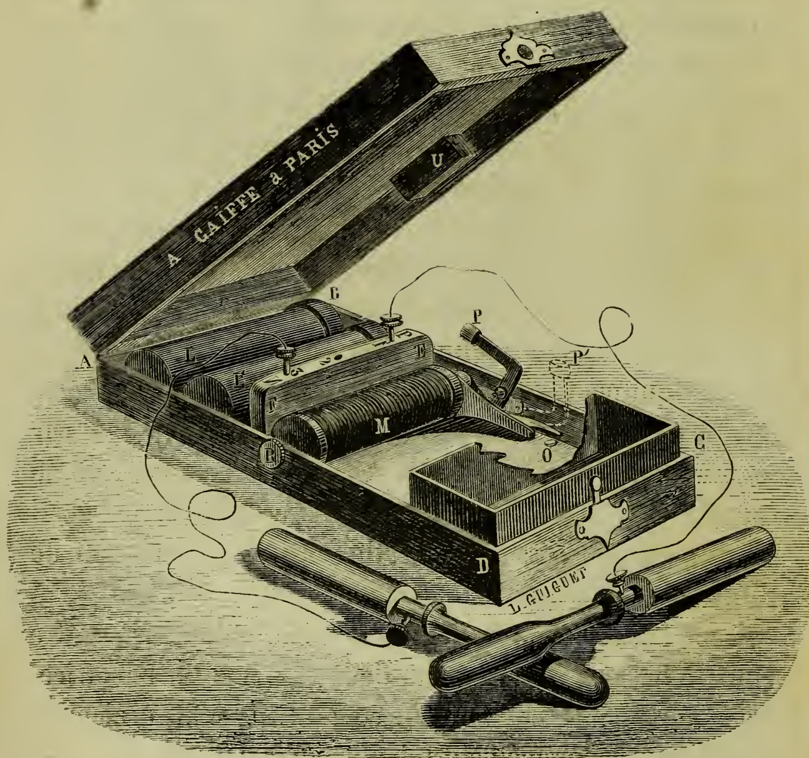


Fig. 5. — Appareil d'induction de M. Gaiffe.

A l'autre extrémité de la bobine, se trouve le mécanisme interrupteur, réglé par le levier articulé P, qui peut s'incliner jusqu'en P′. En P, il fait vibrer le marteau trembleur, et détermine par conséquent des intermittences rapides. Dans la position P′, la communication est rompue ; c'est

celle qu'on doit donner au levier lorsqu'on ne se sert pas d l'appareil. La boîte porte, du reste, dans son couvercle, une pièce U qui l'empêche de se fermer en venant poser sur le levier, lorsque celui-ci n'occupe pas la position du repos. Dans la position P', le levier sert encore à donner des intermittences espacées, lorsqu'on exerce avec le doigt, sur

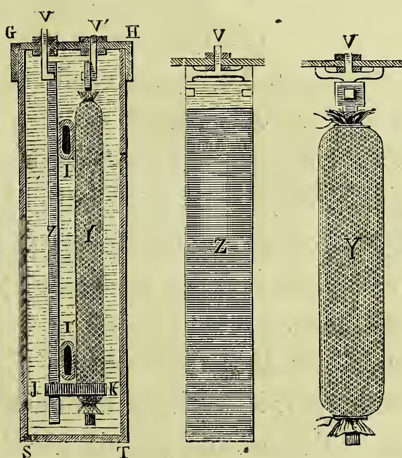


Fig. 6. — Éléments au chlorure d'argent.

sa tête d'ivoire, des pressions qui le mettent en communication momentanée avec la petite vis O.

Sur la traverse E F, viennent aboutir, en 1, 2 et 3, les extrémités des fils inducteur et induit. 1 et 2 livrent l'extra-courant qui naît dans le fil inducteur ; 2 et 3 livrent le courant induit ; 1 et 3 donnent les deux courants réunis.

La marche de l'interrupteur est commandée par un petit levier aux différentes positions duquel correspondent soit les vibrations plus ou moins rapides du trembleur, soit des intermittences plus rares déterminées à volonté, soit enfin, la rupture complète et permanente du circuit.

La pile se compose d'une lame de zinc Z (fig. 6) et d'une lame de chlorure d'argent fondu Y contenues dans un flacon G H S T en caoutchouc durci, qui se ferme hermétiquement à l'aide du bouchon à vis G H. Des crampons en argent fin V, V', sur lesquels s'accrochent les lames Z Y, portent les courants à l'extérieur du flacon. Deux petits coussins I, I' et un lien S K, en caoutchouc forcent les contacts des lames avec les crampons et les maintiennent à un écartement convenable. Le liquide excitateur est de l'eau contenant 3 à 5 pour 100 de sel de cuisine.

Cet appareil est très-commode, et par son volume et surtout par l'emploi d'une pile qui n'a pas besoin d'être chargée à chaque séance. Ces piles fonctionnent pendant près de dix-huit heures d'emploi ; elles ne s'usent pas lorsque le courant ne passe plus.

Appareil de M. Du Bois-Reymond. — Le meilleur appareil d'induction pour les recherches délicates de physiologie et qui a également de grands avantages dans les applications médicales, est l'appareil de M. Du Bois-Reymond. Il se compose de deux bobines (fig. 7), dont l'une, la bobine B qui renferme le fil inducteur est fixe, et l'autre M, celle qui est recouverte par le fil fin dans lequel doivent se développer les courants induits, est immobile et est évidée à sa partie centrale de manière à pouvoir y loger la bobine inductrice.

La bobine M est fixée sur une plaque de bois en chariot qui peut glisser dans une coulisse. Grâce à cette disposition, on peut éloigner ou approcher la bobine induite M de la bobine à fil court B. Comme l'action inductrice reste la même, on peut ainsi obtenir à volonté des courants induits dont l'intensité sera déterminée par la position de la bo-

bine M. Les courants les plus forts seront produits lorsque la bobine M recouvrira complétement la bobine B.

D'après les dispositions de l'appareil, on peut également ne recueillir que l'extra-courant.

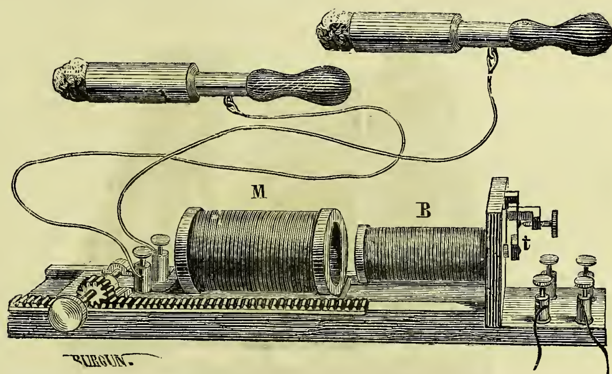


Fig. 7. — Appareil de M. Du Bois-Reymond.

M. le docteur Tripier a construit un appareil, qui diffère de celui de M. Du Bois-Reymond en ce qu'on peut à volonté obtenir des courants induits dans un fil long et fin ou dans un fil gros et court.

M. Ruhmkorf a récemment modifié ses appareils d'induction pour les usages médicaux (fig. 8). Ces appareils ne sont autres que celui de Du Bois-Reymond, sous une forme un peu plus commode. L'avantage de ces appareils consiste dans leur graduation très-facile, et dans la production de courants très-réguliers et très-énergiques. Ils donnent, de plus, l'extra-courant, sans que la première hélice puisse être influencée par la seconde ; il suffit pour cela de retirer complétement la bobine induite de la bobine à fil court.

Le courant de la pile est fourni par un ou deux éléments

de Marié-Davy au bisulfate de mercure. On y plonge, lorsqu'on veut s'en servir, une tige de zinc, qu'on retire dès qu'on a cessé l'électrisation. Les éléments durent ainsi fort longtemps et sans être usés.

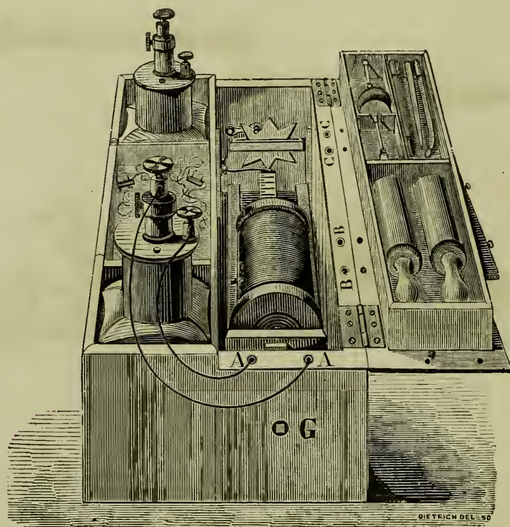


Fig. 8. — Nouvel appareil d'induction de M. Ruhmkorff.

Cet appareil offre donc de nombreux avantages, mais comme facilité de transport, il est certainement moins commode que celui de M. Gaiffe au chlorure d'argent.

Il nous resterait encore à décrire l'appareil de M. Trouvé; cet appareil, fondé sur les mêmes principes, est remarquable par son petit volume et sa construction. Son utilité est incontestable comme appareil de poche.

Appareils magnéto-électriques.

Le premier appareil magnéto-électrique qui ait été construit est celui de Pixii. L'aimant permanent était mobile

et l'électro-aimant, dans le circuit duquel les courants induits inverses et directs se manifestent, était fixe. Clarke modifia cet appareil et le rendit plus commode; voilà les parties principales qui le composent :

Un aimant A B en fer à cheval est fixe et devant lui tourne

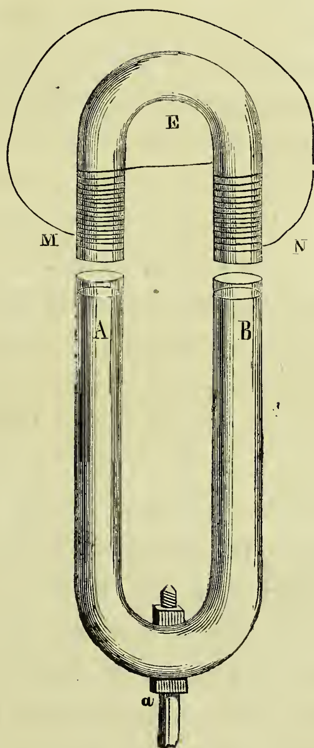


Fig. 9. — Parties essentielles de l'appareil de Pixii.

une bobine de fil induit enroulée autour d'un morceau de fer doux E; les extrémités du fer doux sont voisines des pôles de l'aimant (fig.9). Dans cette position, le fer doux est aimanté, mais lorsque la double bobine est éloignée de la même dis-

tance de chacun des pôles de l'aimant, le fer doux est complétement désaimanté, cela a lieu après un quart de tour. En allant de la première position (contact avec l'aimant) à la seconde position (éloignement égal des deux pôles), la bobine a été traversée par un courant induit finissant, et cela de la même manière que si l'aimant avait été éloigné. Lorsque la double bobine aura fait un demi-tour, le fer doux se sera réaimanté, et il y aura eu production d'un courant induit commençant de même nature que si l'aimant avait été rapproché. Il en sera de même pour le demi-tour suivant, de sorte qu'à chaque révolution complète de l'axe, la bobine est traversée par quatre courants induits, deux finissants et deux commençants.

Pour recueillir les courants induits formés, l'appareil se termine par une virole métallique qui tourne avec lui. Celle-ci est partagée en deux moitiés dont chacune communique avec une des extrémités du fil de la bobine qui représente ainsi le pôle de ce fil. La virole tourne entre deux lames de laiton, formant ressort et appliquée sur elles. Le courant induit développé dans le fil, passe sur la virole, de là sur les lames de laiton, et enfin sur deux pièces de cuivre formant le pied de ces lames, et où l'on peut les recueillir. Ces pièces de cuivre sont séparées par une lame isolante d'ivoire, et chacune d'elles est un pôle distant du courant.

Comme les courants induits ainsi développés sont alternativement de sens inverse, on peut, au moyen d'un commutateur spécial, et qui met toujours la même lame de laiton en contact avec le même pôle, obtenir un courant dirigé constamment dans le même sens. La décomposition de l'eau, dans ce cas, se fait comme lorsqu'on se sert d'une

pile. L'oxygène se rend au pôle positif, l'hydrogène au pôle négatif.

Appareils médicaux. — Ces appareils sont ceux de MM. Breton frères, de M. Duchenne et de MM. Gaiffe et Loiseau.

Ceux de M. Breton et de M. Duchenne sont fondés sur la découverte faite par M. Page, que lorsqu'un aimant permanent éprouve des modifications passagères par le rapprochement et l'éloignement d'un fer doux, il se produit des courants induits de directions alternativement contraires dans une hélice qui enveloppe cet aimant.

Dans ces deux appareils, deux bobines sont enroulées autour de l'aimant fixe : la première est constituée par un fil plus gros et moins long; la deuxième par un fil d'un diamètre plus petit et d'une longueur beaucoup plus grande.

M. Duchenne a cru que les courants induits du fil détermineraient des courants du deuxième ordre dans le deuxième fil enroulé autour de lui. Mais ce second fil est sous l'influence de l'aimant comme le premier fil, et les courants qui sont déterminés dans ces deux fils sont de même sens, c'est-à-dire des courants induits du même ordre, car l'action du premier fil sur le deuxième est dominée par l'action des aimants. Ces courants ne diffèrent que par la tension et par l'intensité, car les fils n'ont ni la même longueur ni le même diamètre. Le courant qui se développe dans le premier fil, si ce premier fil est plus gros ou moins long, aura moins de tension que celui du deuxième fil qui est long et fin. Si les deux fils ont la même grosseur et la même longueur, leurs propriétés seront les mêmes; seulement le courant du deuxième fil sera un peu

moins énergique que celui du premier, car il est un peu plus éloigné de l'aimant.

M. Gaiffe, dans son appareil (fig. 10), a entouré d'hélices non-seulement les extrémités de l'aimant permanent qui est fixe, mais encore les extrémités de l'armature mobile en fer doux. Il se produit ainsi de nouveaux courants

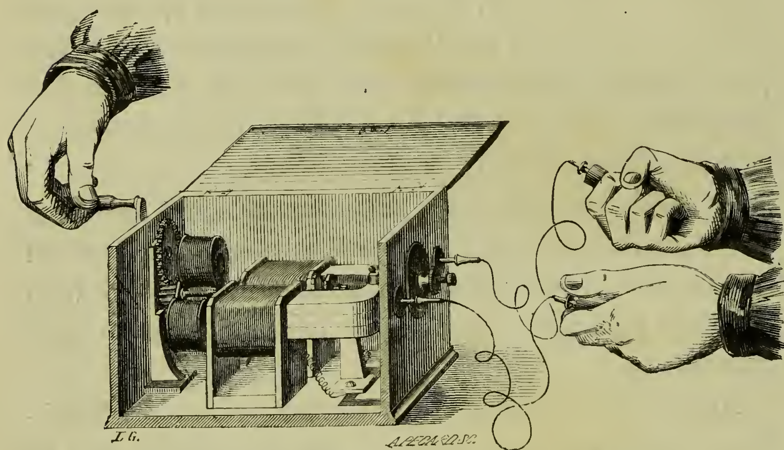


Fig. 10. — Appareil magnéto-électrique de M. Gaiffe.

d'induction qui viennent se réunir aux courants induits développés autour de l'aimant en fer à cheval. On augmente ainsi la puissance de l'appareil sans rendre le volume plus considérable.

On gradue l'appareil à l'aide d'une vis micrométrique, ce qui permet de rapprocher plus ou moins le fer doux des faces polaires.

Cet instrument, ainsi que ceux de MM. Bertin et Duchenne, ont une énergie suffisante pour produire des contractions très-fortes ; ils donnent à volonté des intermittences lentes ou rapides et se graduent avec la plus grande facilité.

Ils sont moins portatifs que les appareils électro-magnétiques, et nécessitent toujours un aide, mais, par contre, ils s'usent moins promptement et ne risquent pas d'être abîmés par les liquides excitateurs.

Des différences d'action de l'extra-courant et des courants induits.

Nous empruntons tout ce chapitre à l'ouvrage de A. Becquerel, car il nous paraît difficile de mieux traiter cette question. Les expériences sur lesquelles s'appuie A. Becquerel sont concluantes à notre avis; et nous ne saurions, d'un autre côté, concevoir qu'il y ait entre les courants de la première hélice et ceux de la seconde hélice des différences d'effets physiologiques, si ces différences ne proviennent pas des conditions physiques de ces deux espèces de courants (1).

M. Duchenne soutient que, dans les appareils magnéto-électriques, le courant de la première hélice et celui de la seconde hélice ont chacun une action spéciale et indépendante de la longueur du fil. A. Becquerel, pour prouver que ces différences ne tiennent qu'à la longueur ou à l'épaisseur des fils de ces deux hélices, a fait enrouler autour de l'aimant en fer à cheval de l'appareil de M. Gaiffe, un premier fil de 110 mètres de long et de 5/10es de millimètre de diamètre.

Autour de ce premier fil, on en roula un deuxième de 595 mètres de long et de 1/4 millimètre de diamètre.

« Ces courants devaient être bien différents l'un de l'autre en direction et en intensité, d'après les idées de M. Duchenne. Or, voici ce qui arriva.

(1) Voyez A. Becquerel, *loc. cit.*, page 104 et suivantes.

Relativement aux déviations :

La déviation, estimée en degrés à la boussole des sinus, a donné comme moyenne de quatre expériences :

Courant du premier fil, 9°,11. — Sinus de 9-11 1596.

Courant du deuxième fil, 2°,5. — Sinus de 2-5 363.

Le fil qui entourait la boussole avait 13 mètres de longueur et 1 millimètre de diamètre ; si l'on cherche, d'après la résistance de chaque fil et celui de la boussole, ainsi que d'après l'intensité du courant, quelle est la quantité d'électricité mise en jeu, on trouve le rapport de 723 à 346 pour le premier et le second circuit. Aussi, il y a plus de deux fois plus d'électricité produite dans le fil le plus gros, mais la tension est moins forte et son action physiologique est par conséquent moindre que celle donnée par le second circuit.

La différence entre ces rapports ne devrait pas exister, si les deux fils étaient placés tous deux à la même distance de l'aimant et de l'armature et avaient même longueur et même diamètre. Mais le premier fil étant enroulé directement sur ces pièces, son courant doit être plus énergique proportionnellement que celui du deuxième fil qui est superposé au premier.

Voyons maintenant pour les effets physiologiques que nous avons étudiés avec soin.

A la moitié de la force de la machine, le premier fil a donné des contractions musculaires sans douleurs et médiocrement fortes ; au maximum de sa force, des contractions musculaires beaucoup plus fortes, mais également sans douleurs. Le deuxième fil, ou plutôt le courant, a donné les résultats suivants : à la moitié de la force de la machine, contractions musculaires énergiques, sans aucunes douleurs,

beaucoup plus fortes que celles du premier fil correspondant au même degré et sans aucune action spéciale sur la peau.

Avec le maximum de la force de la machine, les contractions sont d'une très-grande énergie, légèrement douloureuses, et aussi sans aucune action spéciale sur la peau. En remplaçant une des éponges par le pinceau métallique, les résultats ont été les mêmes, et l'on n'a jamais eu que des contractions légèrement douloureuses.

Le pinceau métallique, en effet, a donné des résultats analogues; dans les deux cas, on n'a jamais pu obtenir isolément la douleur, elle accompagnait toujours des contractions et elle était en rapport avec leur énergie.

L'observation nous a démontré que, dans les deux cas, la douleur cutanée, toujours légère, se montrait aussi bien avec le deuxième courant qu'avec le premier.

La question était bien jugée : le courant du deuxième fil agissait plus énergiquement sur les muscles, parce qu'il provenait d'un fil plus long et plus fin et qu'il avait une tension plus grande. Leur mode d'action a, du reste, été constamment le même.

Deuxième série d'expériences. — On a appliqué successivement autour de l'aimant en fer à cheval deux fils. Ces deux fils ont tous deux 490 mètres de longueur et le même diamètre, c'est-à-dire 1/4 de millimètre.

La déviation en degrés a été prise à la boussole des sinus dans une moyenne de quatre expériences.

Le courant du premier fil a donné : 1,54, sinus 332.

Celui du deuxième fil, 1,50, sinus 320.

Le courant est donc un peu plus fort dans le premier fil que dans le deuxième, mais la différence est à peine sensible.

Les expériences physiologiques ont donné des résultats qui sont venus confirmer les expériences précédentes.

Avec le premier fil et moitié de la force, contractions musculaires d'une certaine énergie, mais sans douleurs.

Avec le deuxième fil et avec moitié de la force de la machine, contractions musculaires analogues, peut-être un peu moins fortes, et sans aucunes douleurs.

Avec le premier fil et la force totale de la machine, contractions musculaires très-énergiques et légèrement douloureuses.

Mêmes résultats avec le deuxième fil, mais un peu moins énergiques peut-être, la différence toutefois est peu sensible.

Le courant électrique, induit dans un fil très-long et très-fin, a une tension très-énergique. Cette tension est telle, dans l'appareil de Ruhmkorff, qu'elle produit des étincelles très-vives. Il en est de même de la puissance stimulante de cette espèce de courant. On explique ainsi les apparences lumineuses plus énergiques que ces courants induits déterminent sur la rétine, et l'espèce d'action spéciale qu'ils paraissent produire sur la sensibilité cutanée. Ces effets sont le résultat de la tension plus grande de l'électricité et se rapprochent beaucoup de ceux produits par la bouteille de Leyde; car ici on a l'exemple d'une très-petite quantité d'électricité se mouvant très-vite, mais ayant une forte tension et donnant des commotions énergiques. En général, on peut dire que l'excitation musculaire est due à la destruction et au rétablissement de l'équilibre électrique des nerfs, et que plus cet équilibre sera troublé rapidement, plus fort sera l'effet physiologique.

Il est certain que ces effets sont produits d'une manière

plus nette avec des courants induits, mais on peut les obtenir également avec tout autre appareil, pourvu que l'on se place dans les mêmes conditions d'intensité, de rapidité de transmission électrique et de conductibilité.

Toutes ces idées si simples sont la conséquence des lois physiques bien connues maintenant et si compréhensibles, qu'il était difficile de croire qu'on pût, ou plutôt qu'on voulût ne pas les comprendre, car on a constamment refusé de porter la question sur son véritable terrain où je vais encore une fois la replacer, et j'espère que tous les médecins de bonne foi voudront bien m'y suivre.

D'après M. Duchenne, les courants induits de la première hélice et ceux de la deuxième hélice jouissent de propriétés physiologiques toutes spéciales et différentes pour chacun d'eux. Ces propriétés sont : pour les courants de la première hélice, une action plus spéciale sur la contractilité musculaire; pour les courants induits de la deuxième hélice, une action plus spéciale sur la sensibilité cutanée et la rétine, ainsi qu'une pénétration plus facile dans l'organisme.

J'ai déjà répondu et je réponds encore : Vos prétendus courants induits du premier et du deuxième ordre n'existent dans aucun de vos appareils. Vous avez seulement des courants d'une tension plus ou moins forte en raison de la différence de diamètre et de longueur des fils que vous employez; de plus, l'action est toujours la même; seulement, avec des courants de moindre tension (courants de la première hélice circulant dans un fil plus gros et moins long), on n'a qu'une action sur la contraction musculaire, tandis qu'avec un courant d'une tension beaucoup plus grande (courants de la deuxième hélice) circulant dans un fil plus long et plus fin, on a une action semblable sur la contrac-

tion musculaire, une pénétration plus profonde dans l'organisme et une action sur la peau et la rétine que des courants d'une moindre tension ne pouvaient produire.

Il n'y a donc pas spécialité d'action physiologique, et en prétendant que j'avais nié ces actions différentes, M. Duchenne n'a probablement pas lu ou bien n'a pas compris ce que j'avais écrit. Les effets sont vrais, seulement je les explique autrement, et par les lois de la physique et de la physiologie la plus élémentaire.

Autour d'un aimant fixe, en n'enroulant qu'un seul fil très-fin et très-long, vous aurez un courant à forte tension et qui aura toutes les propriétés des prétendus courants du deuxième ordre.

Autour de l'aimant fixe, enroulez par superposition deux fils parfaitement égaux en diamètre et en longueur et faites agir l'armature de fer doux par rotation, il se produira un courant induit de premier ordre dans chaque fil, mais cette fois-ci celui du premier sera plus intense que celui du deuxième, et le deuxième moins intense que le premier, à cause de son éloignement plus grand de l'aimant. Aussi le courant du deuxième fil ne produira-t-il plus les effets spéciaux des prétendus courants de deuxième ordre. Cette expérience, faite plusieurs fois par MM. Breton, est capitale pour la démonstration de ce que les lois de la physique indiquaient d'avance. De plus, je l'ai répété avec M. Gaiffe avec un de ses excellents appareils, et les résultats ont toujours été les mêmes.

Je me résume en disant :

Dans l'appareil électro-magnétique, le courant du premier fil est un extra-courant, le courant du second fil un courant induit du premier ordre. Il est possible que les bobines

étant superposées, les courants induits réagissent sur les circuits voisins et donnent lieu à des effets dans le sens opposé, mais les résultantes des effets ont toujours lieu comme nous venons de l'expliquer. La différence d'énergie de leur action est due à la différence de leur tension, conséquence elle-même de la longueur et du diamètre différent des fils employés. Avec l'appareil magnéto-électrique, les courants produits par les deux fils et dont l'action prédomine, sont sans doute des courants induits du premier ordre; seulement, le deuxième, produit dans un fil plus long et plus fin, a une tension beaucoup plus forte, par conséquent transmet des effets beaucoup plus énergiques et agit vivement sur la peau et la rétine. Voyons maintenant les différences signalées dans les courants de la deuxième hélice; j'espère démontrer qu'elles ne sont nullement dues à une nature d'action différente, mais uniquement à la différence de tension des courants.

1° Un courant de la première hélice et un courant de la seconde hélice, qui paraissent d'une égale intensité en ce qu'ils déterminent des commotions semblables, ne sont pas doués au même degré du pouvoir de traverser les mauvais conducteurs, tels que l'eau distillée, placée dans le circuit. En se servant du tube à eau, on trouve que le courant de la première hélice cesse d'être perçu à travers une épaisseur de liquide beaucoup moindre que celle qui est nécessaire pour arrêter le courant de la deuxième hélice.

Il y a plusieurs objections à adresser aux précédentes assertions. D'abord l'intensité de deux courants produits dans des fils de longueur et de diamètre différents, et sous un même courant initial, ne peut être égale; ce serait tout à fait contraire aux lois de la physique.

En deuxième lieu, juger que l'intensité des deux courants est égale par l'égalité des commotions qu'ils produisent, est encore une assertion inexacte : d'abord, la commotion dépend non-seulement de la quantité d'électricité, mais encore de sa tension, et de plus, de la rapidité de son passage, ou si l'on veut, de l'instantanéité de la décharge ; ainsi, deux courants peuvent produire des commotions semblables et être tout à fait inégaux en tension et en quantité ; d'un autre côté, comment juger que deux commotions sont égales ? On ne peut faire à cet égard qu'une approximation bien hypothétique ; du reste, on doit se rappeler que, d'après les recherches d'Henry, les courants induits, de quelque ordre qu'ils soient, produisent les mêmes effets propres par leurs *qualités*, si l'on peut s'exprimer ainsi, c'est-à-dire par leur *intensité*, leur *tension* et leur *durée* lorsqu'elles sont les mêmes.

Je n'admets donc ici l'égalité ni de l'intensité ni des commotions, mais je reconnais le fait de la pénétration plus grande du courant de la deuxième hélice. Ce courant est un courant d'une tension beaucoup plus grande que celle du premier fil ; par conséquent, elle doit pénétrer plus avant dans l'eau distillée comme dans l'organisme.

2° Les deux espèces de courants appliqués sur la peau au moyen d'excitateurs humides, après qu'on a eu le soin, comme dans le cas précédent, de régler au même degré leur force apparente, pénètrent dans les tissus à des profondeurs inégales. Le courant du premier ordre ne dépasse pas les muscles superficiels, tandis que le courant de la deuxième hélice va exciter des contractions jusque dans le plan opposé du membre, si celui-ci est peu épais, comme à l'avant-bras.

On peut faire à ce paragraphe la même réponse qu'au précédent : c'est précisément en raison de sa tension plus forte que le courant de la deuxième hélice jouit de la propriété de pénétrer plus avant dans les muscles. Il n'y a là rien de spécial.

3° La sensibilité des muscles est plus vivement excitée par le courant de la première hélice que par celui de la deuxième hélice, lorsque l'un et l'autre sont portés directement sur le tissu musculaire à travers la peau convenablement humectée ; il n'y a également là rien de spécial. Le courant de la première hélice, ayant une tension moindre, pénètre plus difficilement à travers les muscles. Or, par cela même de cette pénétration plus difficile, la sensibilité de ces organes est exaltée davantage.

4° Au contraire, le courant de la deuxième hélice est celui qui provoque les contractions les plus énergiques dans les muscles plus rapprochés du tronc que les points par lesquels il est introduit. Aussi, en tenant un excitateur dans chaque main, on éprouve de plus fortes secousses dans les membres supérieurs avec le courant de la deuxième hélice.

Tous ces phénomènes sont réels, mais ils sont toujours la conséquence de la tension plus grande des courants produits dans les fils les plus fins et les plus longs (deuxième hélice).

CHAPITRE III

DES ÉLÉMENTS ET DES APPAREILS A COURANT CONSTANT ET CONTINU.

De la pile en général.

L'histoire de la découverte de la pile est trop connue pour que nous ayons à y insister. Disons seulement qu'après la découverte de la pile, le neveu de Galvani, Aldini, employa les courants voltaïques dans le traitement des maladies et qu'il obtint des résultats remarquables. Ce qu'il y a de certain, c'est que les observations physiologiques d'Aldini sont très-exactes, et que nous devrons en tenir compte lorsque nous étudierons l'action de l'électricité sur les nerfs et sur les muscles.

Les courants d'induction, grâce à leur maniement plus facile, et surtout à l'énergie de leurs effets, firent complément délaisser les appareils dans lesquels l'électricité, employée thérapeutiquement, provenait directement de la pile. — D'ailleurs la difficulté de maniement et d'entretien, l'inconstance de la pile, etc., étaient autant de raisons pour préférer les courants d'induction. Les courants continus tombèrent donc dans une défaveur complète, et ce n'est que dans ces dernières années qu'ils ont de nouveau été employés et qu'ils ont pris pied définitivement dans la thérapeutique médicale.

Hiffelsheim en France, Remak en Allemagne, furent les premiers, et tous deux presque en même temps, qui proposèrent de nouveau l'emploi thérapeutique des courants continus.

Depuis Aldini, la science d'ailleurs avait marché, et les physiciens mettaient au service des médecins des piles plus maniables et plus constantes. Après plusieurs essais, Hiffelsheim préféra, dans sa pratique médicale, employer la pile au sulfate de plomb, et Remak modifia pour l'usage thérapeutique la pile de Daniell.

Nous reviendrons plus loin sur les différents appareils médicaux à courant continu; mais comme la base de tous ces appareils est la pile, il est nécessaire d'en indiquer les principes généraux.

La pile dont nous avons à parler ici est la pile hydro-électrique. Cette pile se compose constamment de liquides et de métaux mis en présence. Ce n'est point le contact de corps hétérogènes comme le supposait Volta, et après lui Davy, qui est la cause de la production d'électricité, mais bien les actions chimiques qui se passent dans ces corps mis en présence. Ce fait a été démontré d'une manière incontestable, d'abord par M. Becquerel, puis par Pouillet, Schœnbeim, Faraday, de La Rive; et l'on peut dire, d'une manière générale, que toute action chimique est accompagnée de phénomènes électriques.

S'il est nécessaire de réunir deux métaux différents, c'est qu'il faut que l'action du liquide soit différente sur les deux parties du couple; sans cela on aurait deux courants opposés qui s'entre-détruiraient. D'ailleurs on peut obtenir des courants électriques avec un seul métal, en employant deux liquides qui agissent d'une manière différente sur deux

parties distinctes de ce métal, et même, comme l'a découvert M. Becquerel, sans employer de métaux, au moyen de mèches imbibées de certaines dissolutions.

Puisque l'action chimique est la source de l'électricité dégagée par un couple métallique, on doit évidemment chercher à associer deux métaux dont l'un soit fortement attaqué et dont l'autre ne soit point attaqué. Plus la différence d'action chimique sur ces deux métaux sera grande, plus la quantité d'électricité sera considérable. Le zinc est en général le métal que l'on emploie pour être attaqué, et pour le métal le moins attaqué on emploie le cuivre, le platine et enfin le charbon.

La quantité d'électricité dégagée dans un élément dépend donc de l'activité de l'action chimique. La nature de l'action chimique influe en même temps sur l'*intensité* de l'électricité : car, dans les différentes actions chimiques qui se produisent, une partie des électricités développées se recombinent immédiatement ; celle qui reste libre et qui s'accumule au pôle, possède nécessairement une intensité dépendant de la manière dont les molécules se sont groupées dans les mouvements dont les anime l'action chimique.

Les électricités qui s'accumulent aux pôles ont une tendance à s'unir à travers le couple même. Cette recomposition des deux fluides sera d'autant plus difficile que les fluides accumulés aux deux pôles éprouvent plus de résistance à travers le liquide et les métaux qui composent le couple. Plus cette résistance sera grande, plus la tension sera forte. Lorsqu'on réunit plusieurs couples (fig. 11), la résistance intérieure qui s'oppose à la réunion des fluides accumulés aux pôles sera encore plus considérable qu'avec

un seul couple, puisque chaque nouveau couple vient apporter la même somme de résistance ; donc lorsque plusieurs couples sont réunis, la tension augmente, et elle augmente avec le nombre des éléments. Il faut pour celà que les pôles de chaque élément soient en contact avec les pôles contraires de l'élément suivant : le zinc par exemple avec le cuivre, comme cela est représenté dans la figure ci-jointe.

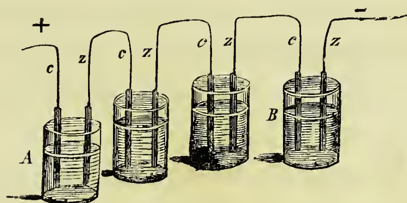


Fig. 11. — Piles réunies en tension.

Les électricités accumulées aux pôles tendent à se combiner en traversant les corps qui les réunissent. La quantité d'électricité qui passera dans ces corps conducteurs sera d'autant plus grande, que la résistance, que l'on appelle dans ce cas résistance extérieure, sera moindre.

La pile voltaïque s'affaiblit assez vite lorsque son circuit est fermé. Cette diminution peut provenir en partie de l'altération du liquide sous l'influence de l'action chimique ; mais elle provient surtout des dépôts qui se forment sur les lames métalliques et qui donnent lieu à des courants secondaires se dirigeant en sens inverse de celui de la pile et le détruisant en partie (Becquerel, Faraday).

Enfin les couches déposées, surtout lorsqu'elles sont gazeuses, ont encore pour effet de séparer les lames métalliques du liquide, ce qui ralentit l'action chimique et forme un obstacle au passage de l'électricité du liquide

dans le métal, ou réciproquement. Dans plusieurs piles, on a entouré le métal non attaqué de liquides propres à absorber les gaz qui viennent ainsi se rendre à l'un des pôles et qui par leur présence diminuent l'intensité de la pile. C'est cet usage que remplit l'acide azotique dans la pile de Bunsen.

Enfin, il est deux autres principes très-importants à retenir pour les médecins :

Le premier est, que le métal le plus attaqué prend toujours l'électricité négative. Comme il est nécessaire pour les applications thérapeutiques de bien connaître la direction des courants, il suffit, pour bien distinguer le signe des pôles, de se rappeler ce principe général.

Le second principe consiste en ce fait, que la quantité d'électricité que donne un seul couple est la même que celle que donnent plusieurs couples égaux réunis entre eux par leurs pôles contraires. Cette proposition doit être admise pratiquement comme exacte, quoique deux ou trois couples puissent donner une quantité d'électricité un peu plus grande qu'un seul, parce que les électricités qui sont en présence dans l'eau acidulée s'attirant entre elles, elles s'éloignent plus rapidement des surfaces attaquées. Mais cette influence n'est point très-considérable, et elle peut être négligeable, au moins en électrothérapie.

Les conditions qui sont nécessaires pour qu'une pile soit constante sont : que le dégagement des gaz soit évité ; qu'il n'y ait point, autant que possible, de changement chimique dans les liquides de l'élément ; que les surfaces métalliques ne soient point altérées par le dépôt de métaux nuisibles.

Les éléments employés en médecine sont : l'élément de Smée, l'élément de Daniell, l'élément de Remak, l'élément

de Bunsen, l'élément de Grenet, l'élément de Marié–Davy, et enfin récemment l'élément au chlorure d'argent.

Élément de Smée. — Dans l'élément de Smée, les deux métaux employés sont le zinc et le platine. Le zinc est amalgamé, pour éviter l'*action locale* qui affaiblirait le courant, et le platine est *platiné* (recouvert de poudre de platine) pour empêcher l'hydrogène d'adhérer, ou plutôt pour que la couche d'hydrogène adhérente reste toujours la même.

Élément de Daniell (fig. 12). — L'élément de Daniell est formé par deux métaux et deux liquides différents. Les deux métaux sont, d'une part, le zinc et le cuivre, et les deux

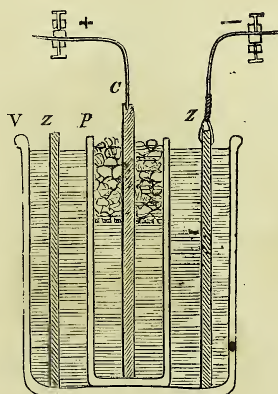


FIG. 12. — Élément de Daniell.

liquides sont l'eau acidulée par l'acide sulfurique, et une solution de sulfate de cuivre. — Il n'y a pas d'action chimique tant que le circuit est ouvert, mais dès qu'il est fermé, le zinc est attaqué par l'acide, et il se forme du sulfate de zinc; l'hydrogène de l'eau décomposée arrive dans le sulfate de cuivre, s'empare de l'oxygène de l'oxyde de cuivre, et le cuivre se décompose sous forme pulvé-

rulente sur la lame inactive, c'est-à-dire sur la lame de cuivre.

Pour obtenir une action constante, il faut que les dissolutions ne se modifient pas. Pour cela on a employé différents procédés, dont le principal consiste à faire plonger dans le vase poreux où se trouve le cuivre et la dissolution de sulfate de cuivre un ballon en forme de poire rempli de cristaux de sulfate de cuivre.

Élément de Remak. — L'élément de Remak n'est autre que la pile de Daniell modifiée. On emploie absolument les mêmes métaux et les mêmes liquides, seulement la disposition du

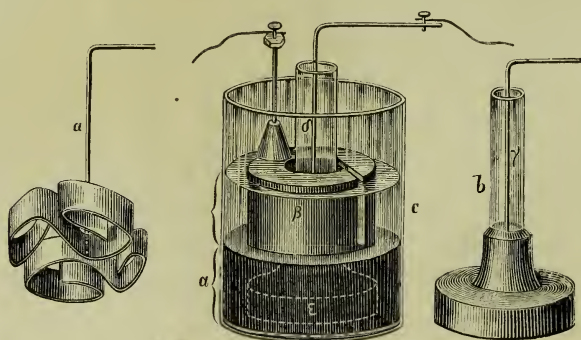


Fig. 13. — Élément de Remak.

vase poreux est modifiée, et les résistances dans l'élément sont augmentées par l'interposition d'une masse de papier mâché. La disposition de l'élément de Remak est représentée dans la figure 13. On voit que le pôle de cuivre est composé d'une tige de cuivre *a*, qui présente à sa terminaison plusieurs bifurcations. Ce métal plonge dans une dissolution de sulfate de cuivre. Au-dessus de cette dissolution se trouve, en forme de plafond conique, une lame de vase poreux, prolongé par un tube de verre *b*. Sur le vase poreux est

placée une couche de 4 à 5 centimètres de papier mâché. Enfin cette couche de papier mâché est recouverte d'un morceau de drap, sur lequel repose un grand morceau de zinc amalgamé.

Élément de Bunsen.—L'élément de Bunsen se compose, de dehors en dedans : d'un vase de verre ou de porcelaine, d'une lame de zinc amalgamé plongée dans de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique, d'un vase poreux, et d'un mor-

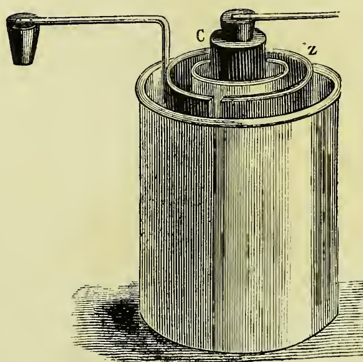


Fig. 14. — Élément de Bunsen.

ceau de charbon plongeant dans de l'acide nitrique. M. Bunsen avait primitivement mis le charbon en dehors du vase poreux, c'est M. Archereau qui a modifié le couple de Bunsen tel qu'il est employé aujourd'hui.

L'élément de Marié-Davy est disposé de même, seulement l'acide azotique est remplacé par du bisulfate ou du protosulfate de mercure.

Élément de Grenet. — M. Grenet a indiqué une pile qui est très-employée. Elle consiste en un flacon de verre contenant du bichromate de potasse dissous dans l'acide sulfurique et dans l'eau. Pour 100 grammes d'eau, on met

d'ordinaire 10 grammes d'acide sulfurique et 5 grammes de bichromate de potasse. Dans ce flacon sont fixées deux lames de charbon qui communiquent au dehors et sont soutenues par une lame de gutta-percha qui couvre le flacon. Entre ces charbons, une lame de zinc amalgamé soutenue

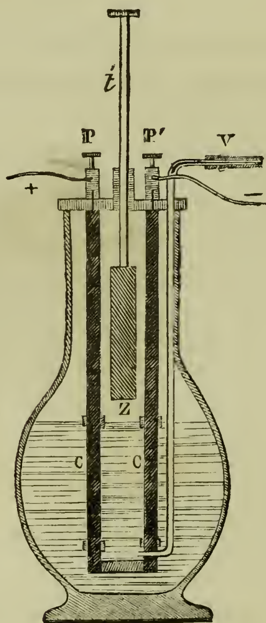


Fig. 15. — Élément de Grenet.

par une tige de cuivre peut être élevée ou abaissée. Dès que le zinc est immergé et dès que les pôles sont réunis, l'eau est décomposée, il se produit du sulfate de zinc, et l'hydrogène réduit le bichromate de potasse. L'acide chromique ainsi mis en liberté forme de l'oxyde de chrome qui s'unit à l'acide sulfurique pour former du sulfate de chrome. Cette pile est employée souvent pour faire marcher des appareils d'induction.

Elément de Marié-Davy. — Il y a plusieurs éléments de Marié-Davy. Deux sont formés par des sels de mercure, un autre par le sulfate de plomb. La pile au sulfate de plomb est composée d'une lame de zinc, d'une lame de cuivre séparée de la lame de zinc par un vase poreux, et plongeant dans une dissolution de sulfate de plomb. Ces éléments ont été employés par Hiffelsheim.

Les deux éléments aux sels de mercure sont, l'un au bisulfate de mercure, et l'autre au protosulfate. Ces deux éléments renferment chacun une lame de zinc et un morceau de charbon. L'avantage qu'ils présentent, c'est que pendant l'action de la pile, le zinc se trouvant en présence du mercure libre s'amalgame de lui-même et constamment. Les produits de la décomposition du sulfate de mercure sont de l'acide sulfurique, de l'oxygène, dont s'empare l'hydrogène naissant, du mercure métallique et un oxyde de mercure qu'on trouve au fond du vase poreux.

Le bisulfate de mercure est plus soluble que le protosulfate, et comme il renferme en même temps plus d'acide sulfurique, l'élément au bisulfate est bien plus intense et offre, à un moment donné, une plus grande quantité d'électricité que l'élément au protosulfate. Aussi cet élément est-il employé en médecine, surtout pour faire marcher les appareils d'induction. M. Ruhmkorff a récemment modifié cet élément, et lui a donné la forme de l'élément de Grenet. Sous cette forme, il rend de grands services et offre une constance assez grande, et de plus les autres avantages de l'élément de Grenet. M. Ruhmkorff a même fait un appareil à courant constant avec la pile au bisulfate de mercure.

La solubilité très-faible du protosulfate de mercure détermine des courants moins énergiques, mais plus constants

et de plus longue durée. C'est cet élément que nous employons dans notre appareil à courant constant et continu.

Pile au chlorure d'argent. — La pile au chlorure d'argent vient d'être employée par M. Gaiffe pour les appareils à courant continu. Nous avons déjà donné la description de cette pile en décrivant les appareils d'induction. Celle qui est employée dans les appareils à courant continu ne diffère de cette dernière que par une surface de zinc moins grande, afin de posséder une quantité chimique moins considérable.

De toutes ces piles, il faut éliminer, pour les appareils à courants continus, celles qui ont des effets chimiques très-marqués, telles que la pile de Grenet et celle de Bunsen. Nous ne les avons mentionnées que parce qu'elles sont employées souvent en médecine dans l'électrolyse ou dans l'électrocautère.

Des effets chimiques de la pile et de la tension. De leur importance en électrothérapie.

Avant d'indiquer les différents appareils à courant continu, nous voulons montrer leur raison d'être et les indications qu'ils doivent remplir d'après les propriétés spéciales que possèdent et les effets chimiques et la tension de toute pile voltaïque.

La quantité chimique est évaluée par le voltamètre, petit appareil qui se compose d'un vase de verre traversé par des fils métalliques dont les extrémités qui sortent en dedans sont de platine (fig. 16). Ces fils sont isolés l'un de l'autre, et sont mis en communication par leur partie extérieure avec les électrodes d'une pile. Le vase contient de l'eau, et dès

que le circuit est fermé on voit partir de chaque point des fils de platine, de petites bulles de gaz que l'on recueille dans des éprouvettes placées au-dessus. L'hydrogène se dégage au pôle négatif, l'oxygène au pôle positif. Selon la plus ou moins grande quantité de ces gaz qui se dégagent en un temps donné on peut juger des effets chimiques d'une

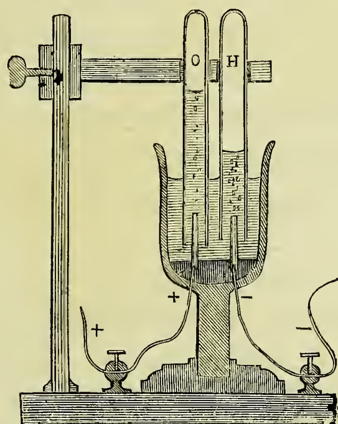


FIG. 16. — Voltamètre.

pile. Cette décomposition de l'eau par l'électricité montre de plus, que les courants, en traversant un corps composé, peuvent le décomposer. Les résultats dépendent à la fois du nombre et de la grandeur des éléments de la pile ; il en faut un certain nombre pour vaincre l'affinité chimique et pour que la décomposition commence, et une fois ce nombre réalisé, la décomposition est d'autant plus rapide que les éléments ont une plus grande surface. On ne peut donc chercher à diminuer les effets chimiques de la pile qu'en diminuant autant que possible la surface des éléments.

L'inconvénient des effets chimiques de la pile est la

désorganisation de la peau, ce qui est non-seulement très-douloureux, mais empêche en même temps d'appliquer plus tard le courant sur les régions électrisées dans les premières séances. De plus, la désorganisation que l'on a produite devient le siége et le point de départ de phénomènes d'inflammation.

Les effets chimiques de la pile sont utilisés en médecine, mais alors dans le seul but de détruire les tissus vivants. Nous y reviendrons nécessairement dans les applications de l'électricité à la chirurgie ; mais en dehors de ce cas spécial, il est important d'insister sur ce point : *que les piles employées en médecine doivent avoir des effets chimiques très-faibles.*

Il ne faut cependant point conclure de cette proposition que les effets chimiques n'aient qu'une influence défavorable ; car ils agissent également d'une manière avantageuse sur les phénomènes de nutrition. Ceux-ci étant dus à des échanges moléculaires, à des combinaisons et à des décombinaisons entre les différents principes organiques, il est évident que la propriété qu'ont les courants électriques de favoriser les actions chimiques peut avoir, sur l'organisme, dans beaucoup de cas, une influence très-salutaire. Mais il faut que ces effets chimiques de la pile ne soient que très-faibles, afin qu'ils ne puissent désorganiser l'épiderme quand on y applique les électrodes.

Sans produire une désorganisation réelle, les courants continus employés en médecine provoquent très-souvent l'apparition de petites vésicules caractéristiques. Ces vésicules, d'un diamètre de 1 à 2 millimètres, sont formées par une petite élévation, ronde, déprimée à son centre par une petite plaque grise. Souvent cette tache grise appa-

raît seule, elle forme alors une dépression dans la peau, s'infiltre d'un liquide sous-épithélial, et se transforme en une eschare brune.

Ces petites vésicules souvent disparaissent promptement, mais la plupart du temps elles donnent lieu à de petits centres inflammatoires, laissant une cicatrice rouge et assez lente à disparaître. Quelquefois, mais bien rarement, ces petites vésicules sont la cause de furoncles; nous n'avons observé ce fait que deux fois.

Ces vésicules apparaissent pendant l'électrisation même, *mais seulement dans les points en contact direct avec le pôle négatif*. Le tempérament ou plutôt la finesse de la peau ont une grande influence sur leur production, car elles apparaissent surtout chez les enfants et chez les femmes. Ce n'est pas là une action chimique proprement dite, mais cependant ce n'est qu'avec des courants continus que l'on observe la production de ces vésicules, ce qui fait supposer que les effets chimiques de la pile peuvent en être la cause principale.

La tension d'une pile dépend de la force électro-motrice de l'élément et du nombre de ceux-ci. Plus la tension d'une pile est grande, plus facilement les courants pourront traverser des corps mauvais conducteurs, et plus facilement aussi ils pourront pénétrer ceux-ci profondément. Or, le corps étant mauvais conducteur de l'électricité, il est important que les courants électriques que l'on emploie en médecine aient une forte tension. Nous avons vu de plus que pour les courants d'induction, ceux qui possédaient la plus grande tension étaient également ceux qui déterminaient des contractions des muscles profonds; il est donc nécessaire, si l'on veut agir sur les muscles ou sur les nerfs des parties

profondes, d'avoir des courants constants d'une haute tension.

Lois de Ohm. — La tension et les effets chimiques de la pile dépendent de son intensité ; les rapports de ces termes ont été indiqués pour la première fois par Ohm, il les a résumés dans une formule très-simple.

Ces lois sont les suivantes :

L'intensité du courant d'une pile est en raison inverse des résistances du circuit. Pour démontrer cette loi, on prend un élément quelconque et l'on augmente les résistances intérieures, et l'on voit ainsi diminuer l'intensité du courant. En prenant, par exemple, un élément de Smée (fig. 17), formé

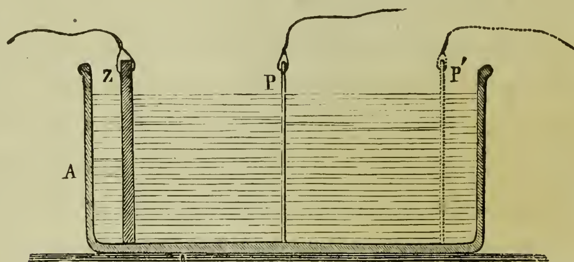


Fig. 17. — Élément de Smée.

Z, zinc amalgamé. — P, lame de platine dans la première position. — P', lame de platine dans la deuxième position.

de deux lames, l'une de zinc amalgamé, et l'autre de platine, plongées dans de l'acide sulfurique étendu ; en maintenant ces plaques à une certaine distance l'une de l'autre et en fermant le circuit par une boussole des sinus, on obtient un certain angle de déviation. En éloignant les lames de manière à rendre leur distance double, on observe un second angle de déviation. Or, le rapport de ces deux angles de déviation au rapport des intensités des courants est juste égal à 2, c'est-à-dire que la résistance intérieure de la

pile étant devenue double, l'intensité du courant est devenue moitié.

La résistance qu'un fil métallique introduit dans un circuit oppose au passage de l'électricité, est en raison directe de sa longueur et en raison inverse de sa section. Ces lois qui ont également été vérifiées expérimentalement par Davy, et surtout par M. Becquerel, peuvent encore s'énoncer de la manière suivante : la conductibilité d'un fil métallique est en raison inverse de sa longueur et en raison directe de sa section.

Ohm est arrivé par des considérations théoriques, vérifiées depuis expérimentalement, à représenter l'intensité I d'un courant par la formule $I = \frac{E}{R}$ dans laquelle E représente la somme des forces électromotrices qui agissent dans le circuit, et R la somme des résistances qu'il oppose à la propagation de l'électricité. Comme la somme des résistances se compose à la fois des résistances intérieures de la pile, que l'on peut représenter par r, et de la résistance du fil ou du conducteur extérieur, que l'on peut désigner par L, la formule présente devient :

$$I = \frac{E}{L + r}$$

C'est-à-dire que l'intensité du courant est en raison inverse de la résistance extérieure augmentée d'une quantité constante qui représente la résistance particulière de la pile.

Si au lieu d'un seul couple, on emploie un nombre de couples n, la formule devient :

$$I = \frac{nE}{L + nr}$$

Elle exprime que l'intensité du courant est proportion-

nelle à la somme des forces électromotrices des couples, et en raison inverse de la résistance totale du circuit (1).

Outre l'intensité, il est un autre terme qu'il est utile de considérer, c'est la quantité. Celle-ci est proportionnelle à l'intensité. Matteucci avait cru reconnaître que l'étendue de la contraction est en rapport direct avec la quantité d'électricité fournie par une pile ; mais si cette influence est réelle, elle est cependant moins grande que celle qui résulte de la manière dont varie l'intensité du courant en traversant les nerfs, suivant que l'électricité est introduite plus ou moins brusquement.

Appareils à courants constants et continus.

Appareil de Remak. — L'appareil se compose de 50 à 60 éléments de Remak dont nous avons donné la description, page 40, et qui sont placés dans une grande boîte de bois. De ces éléments partent des fils de cuivre qui viennent aboutir à une plaque de bois verticale S, sur laquelle sont fixés des boutons métalliques correspondant aux éléments de la pile. Deux manettes métalliques que l'on peut faire mouvoir sur ces boutons permettent de recueillir le courant fourni par les différents éléments. De chaque côté de la planchette, se trouvent 5 boutons métalliques, à gauche ces boutons représentent les unités, et à droite les dizaines; c'est-à-dire qu'en mettant la manivelle de gauche, B, en contact avec le premier bouton, on recueille le courant de 2 éléments; avec le second bouton, le courant de 4; avec le troisième, le courant de 6;

(1) Voy. le *Manuel de physique médicale*, par N. Gréhant. Germer Baillière éditeur. Paris, 1869.

avec le quatrième, de 8, et enfin le courant de 10 éléments avec le cinquième bouton métallique. A droite chaque bouton recueille le courant de 10 éléments, comme cela est indiqué sur la figure ci-jointe.

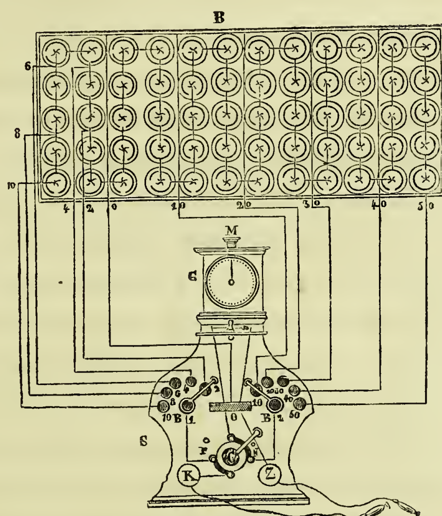


Fig. 18. — Appareil de Remak.

La position des manettes telle qu'elle est représentée dans cette figure donne un courant de 12 éléments. On comprend qu'il est facile d'obtenir à volonté le courant de 14, 16, 22, 24, 26, etc., éléments. Lorsqu'on veut mettre l'appareil au repos, on amène les deux manettes au point O.

Pour pouvoir obtenir dans cet appareil le nombre d'éléments voulus, il faut absolument placer les fils de cuivre qui relient les éléments d'après la disposition indiquée sur la figure. On s'étonne souvent que cette disposition puisse ne donner que le courant de 2 éléments par exemple, tous les éléments étant réunis entre eux, et l'on croit volontiers que l'on doit ainsi avec un fil quelconque obtenir le

courant de tous les éléments. Mais il suffit, pour se rendre compte de cette action, de se rappeler que le courant électrique s'écoule toujours par les conducteurs qui présentent le moins de résistance. C'est ainsi qu'en mettant en contact un élément avec un bon conducteur, toute l'électricité qui est dégagée entre ce conducteur et l'autre pôle se combine dès que les pôles sont mis en communication. Quant à l'électricité qui se forme dans les autres éléments, elle ne peut être recueillie, car elle se trouve en dehors des deux conducteurs que l'on emploie.

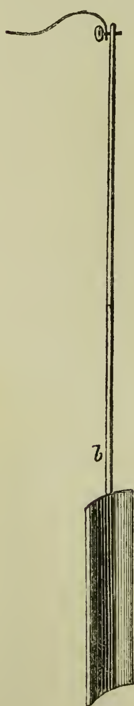


Fig. 19.
Pôle mobile.

Au lieu d'employer la disposition de l'appareil Remak, on peut également, pour recueillir le courant d'un nombre voulu d'éléments, avoir un pôle mobile que l'on plonge dans l'élément qui occupe le rang représentant le nombre d'éléments qu'on veut employer. Cette manière de procéder est employée par Benedikt. Toutes les piles étant réunies en tension, le pôle zinc est fixe, le pôle cuivre est mobile (fig. 19), et formé d'un morceau de cuivre qu'on plonge dans le sulfate de cuivre de l'élément qui est le 10me, le 30me, etc., à partir du pôle zinc selon qu'on veut employer le courant de 10, 30 éléments.

Pour ne pas donner de secousses chaque fois qu'on veut augmenter ou diminuer l'intensité du courant, on a depuis quelque temps ajouté à la manette un prolongement métallique qui se met en contact avec le bouton voisin, avant de quitter celui avec lequel elle est en communication. Cette dis-

position est assez importante, car on peut ainsi augmenter graduellement l'intensité du courant, sans donner la secousse de fermeture. Il en est de même lorsqu'on veut éviter la secousse d'ouverture.

Sur cette même planchette, se trouvent encore placés un commutateur, qui sert à changer la direction du courant, et un galvanomètre vertical C, qui indique l'intensité approximative du courant. Les fils conducteurs sont maintenus par une vis aux points K et Z. Dans la figure ci-jointe, Z représente le pôle négatif, et K le pôle positif.

De tous les appareils à courant constant et continu, l'appareil Remak est le meilleur en électrothérapie. Il offre une grande constance, une graduation facile, il fonctionne plusieurs mois de suite, jusqu'à dix mois, sans que le courant perde sensiblement de son intensité. Il se dérange difficilement, et possède une très-faible action chimique. Son seul défaut, et cet inconvénient est très-grand en pratique médicale, c'est qu'il n'est point transportable.

Appareil de Stohrer. — Cette batterie est composée de 24 ou 32 éléments dont le métal attaqué est le zinc. Pour que ce métal ne soit point usé pendant qu'on n'emploie pas l'appareil, et aussi pour pouvoir à volonté augmenter la quantité chimique, les lames de zinc sont suspendues à une tige de bois qu'on peut élever ou abaisser à volonté. Ces lames de zinc sont ainsi maintenues au-dessus de vases de verre remplis d'eau acidulée avec de l'acide sulfurique. Le pôle positif est représenté par un morceau de charbon rond et plus grand que les lames de zinc. Ce charbon est très-poreux, et est creusé d'une cavité qui est remplie à moitié de sable sur lequel on verse quelques gouttes d'acide chromique concentré.

On peut également unir ensemble, soit pour 2, 3 ou 4 éléments, le zinc avec le zinc, et le charbon avec le charbon. On obtient dans ces conditions des phénomènes

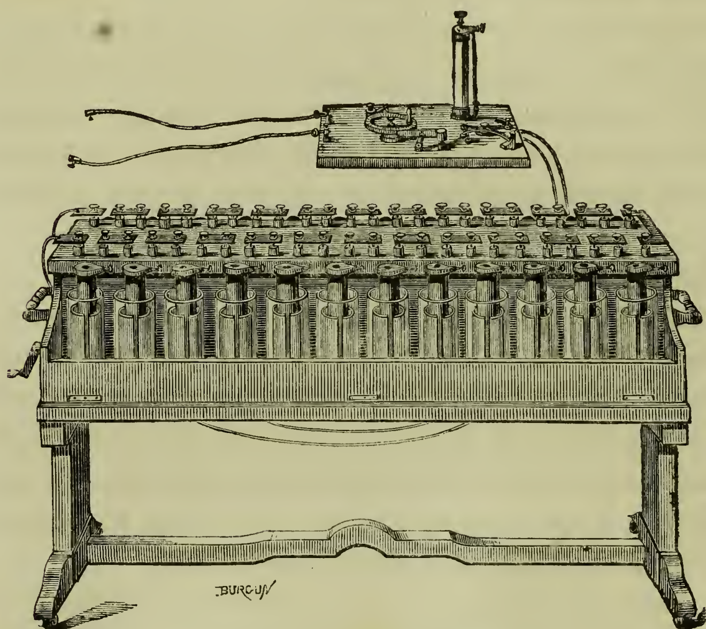


Fig. 20. — Appareil de Stohrer.

chimiques excessivement énergiques. Toutes les quatre à six semaines on ajoute quelques gouttes d'acide chromique, et dans l'eau où plonge le zinc de l'acide sulfurique. Il faut également de temps en temps laver les charbons avec de l'eau tiède afin de dissoudre les incrustations qui se sont déposées à sa surface.

Un commutateur, un interrupteur et un galvanomètre se trouvent disposés sur une planchette au-dessus des éléments.

Cet appareil, que nous avons eu occasion de voir, est d'une

grande énergie, et malgré la facilité de ne faire plonger qu'une très-petite portion du zinc, il donne toujours une grande quantité chimique. Il est d'un prix moins élevé que celui de Remak, mais par contre, son entretien est plus difficile et il peut se déranger bien plus facilement.

M. Stohrer a construit, d'après les mêmes principes, un appareil plus petit, et qui est presque portatif.

Appareil de Smée. — Cet appareil est composé de 36 éléments de Smée, disposés en trois rangs, dont chacun par

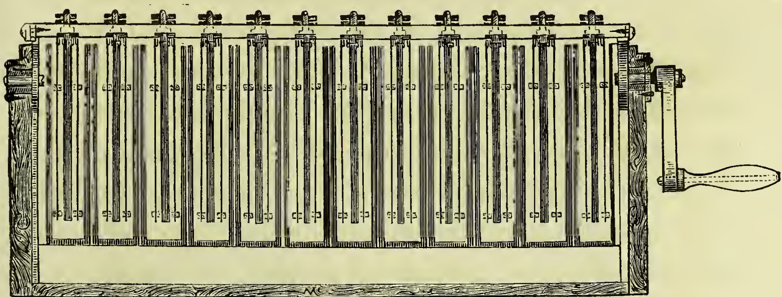


Fig. 21. — Appareil de Smée.

conséquent contient 12 éléments. Ces éléments, comme dans l'appareil de Stohrer, peuvent être maintenus, au moyen d'une manivelle et d'un axe commun, au-dessus des vases qui contiennent l'eau acidulée.

On peut également les laisser plonger d'une quantité plus ou moins grande dans ces vases, ce qui fait varier la quantité chimique de la pile. La disposition de Rosenthal diffère de la disposition primitive, parce qu'au lieu d'une lame d'argent platinée fixée entre deux grandes lames de zinc, il y a deux lames de plomb bien platinées et fort minces qui renferment entre elles une lame de zinc, dont elles sont séparées par des morceaux de gutta-percha.

Cette disposition a l'avantage de réduire de moitié le poids de l'appareil et de diminuer les effets chimiques.

Le liquide acide, au lieu d'être conservé dans des vases de verre, est renfermé dans des vases de gutta-percha, ce qui rend l'appareil, il est vrai, d'un prix élevé, mais par contre plus léger.

Benedikt a également construit un appareil dans ce genre ; il ne diffère que par des modifications peu importantes.

Appareil de Gaïffe. — Cet appareil a le grand avantage d'être très-portatif. Il est composé de 30, 40, etc ; éléments au chlorure d'argent. Nous avons déjà donné la description de ces éléments; pour l'appareil à courant constant et continu, la surface du zinc est diminuée du tiers, car avec les éléments employés pour les courants d'induction la quantité chimique est trop grande. Cependant, même dans ces conditions, nous avons proposé à M. Gaiffe d'expérimenter son appareil, et dans le service de M. Dolbeau nous l'avons employé chez une femme qui avait une contracture de la vessie.

Or, un des pôles, et même le pôle négatif, étant introduit dans la vessie, nous n'avons eu aucun accident de cautérisation. Il est vrai que le courant passait toujours par une certaine quantité d'eau, car on avait soin d'en injecter dans la vessie.

Pour faire fonctionner l'appareil, il faut que les deux manettes soient en contact avec des boutons métalliques.

La force du courant est mesurée par la différence qu'il y a entre les nombres indiqués pour chaque manette.

Dans la figure ci-jointe le courant a donc la force de 26—18 éléments = 8 éléments.

Pour avoir le courant le plus fort il faut mettre une des manettes sur le bouton *o* et l'autre sur celui marqué 36.

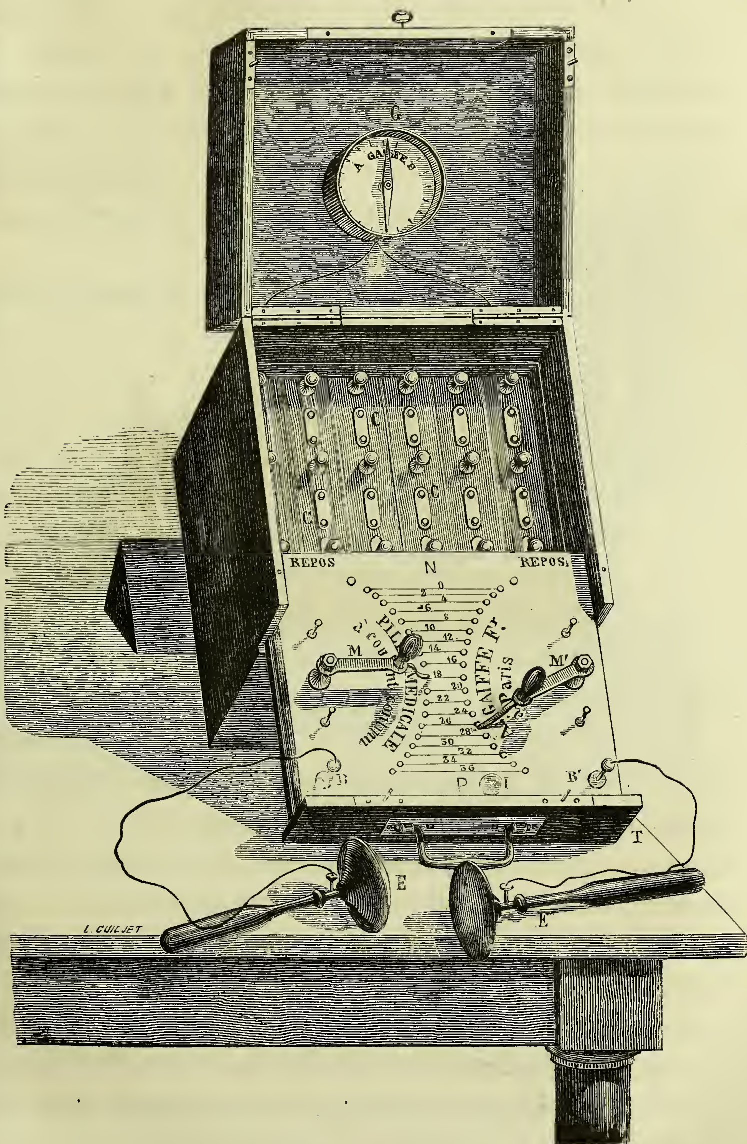


Fig. 22. — Appareil de Gaiffe.

Le pôle négatif est toujours représenté par le rhéophore du côté de la manette la plus proche du point P. Ainsi, dans la figure, B′ et par conséquent le rhéophore E′, représentent le pôle positif, tandis que B et E donnent le pôle négatif. Si la manette M′ était par exemple placée sur *o* et que la manette M soit toujours maintenue sur 18, ce serait B et E qui seraient le pôle positif, tandis que B′ et E′ représenteraient le pôle négatif. — Dans cette supposition la force du courant serait alors de 18 éléments.

F,F,F, flacons de caoutchouc contenant les piles (fig. 23).

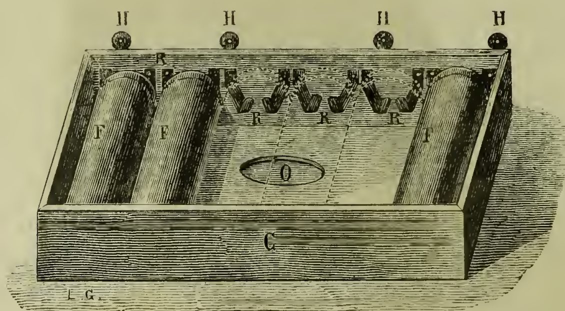


Fig. 23. — Disposition des piles.

R, R, R, H, H, H, ressorts et boules destinés à établir les communications entre les piles et le commutateur : chaque pièce des ressorts R est composée d'un ressort plein et d'un ressort percé ; chaque flacon porte sur son couvercle deux boutons terminant les éléments zinc et argent de la pile qu'il renferme ; un des boutons est plat, l'autre a une tige un peu longue. Il faut avoir soin, en replaçant les piles dans les casiers, que les boutons plats communiquent avec les ressorts pleins, tandis que les boutons et tiges pénètrent dans les ressorts percés.

Appareil de Ruhmkorff (fig. 24). — M. Ruhmkorff a également construit, tout récemment, un appareil à courant continu. Cet appareil se compose d'une boîte A dans laquelle se trouvent 35 éléments placés sur cinq rangées; chacun de ces éléments se compose d'un tube de verre, à moitié rempli d'une dissolution de bisul-

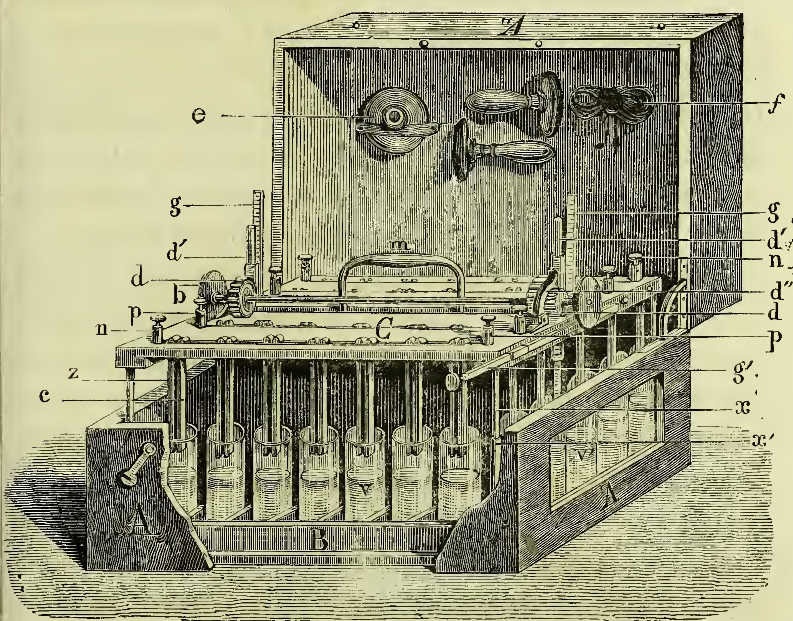


Fig. 24. — Appareil Ruhmkorff.

fate de mercure. Dans ces vases plongent une lame de zinc et un morceau de charbon rectangulaire. Ce dernier est recouvert d'un vernis très-épais sur trois de ses faces; la quatrième, qui est placée vis-à-vis le zinc, est recouverte de poudre de platine. Au moyen d'une roue dentée *d*,*d*, on peut faire plonger les lames de zinc et de charbon plus ou moins dans la solution de bisulfate de

mercure. Le courant peut se recueillir dans la première rangée en augmentant graduellement d'un élément; à partir de la seconde rangée, on recueille chaque fois l'électricité fournie par 7 éléments.

Les autres parties accessoires de l'appareil se trouvent placées au fond du couvercle de la boîte.

Cet appareil est donc construit sur les mêmes principes que ceux de Stohrer et de Smée; il offre, comme ceux-ci, l'avantage de ne point s'user aussi rapidement, de pouvoir être entretenu très-facilement, d'être facile à examiner dans toutes les parties; de plus, grâce à la poudre de platine, mise sur le charbon, les gaz formés n'adhèrent pas et l'appareil est constant pendant plusieurs heures.

Mais il possède d'assez graves inconvénients : il est bien difficile, en effet, d'obtenir le même niveau de liquide dans tous les vases; l'évaporation, de plus, fait chaque jour diminuer la quantité d'eau, et changer par conséquent la quantité de liquide. En même temps la solution devenant plus concentrée, l'action chimique ne sera plus la même pour la même surface de zinc en contact avec le liquide excitateur. Enfin, si l'appareil n'est pas placé bien d'aplomb, le niveau du liquide est différent dans les tubes de verre, ce qui rend encore l'intensité électrique variable. Lorqu'on a immergé complétement les zincs, et si, pour plus diminuer la quantité, on ne veut en laisser plonger que le tiers de la surface, il faudra chaque fois, après avoir soulevé les zincs, attendre quelque temps, car les deux autres tiers du métal restent humectés assez longtemps par la solution de bisulfate de mercure.

L'appareil donne, il est vrai, un courant constant pour une même séance, mais il est difficile d'avoir à une séance

suivante exactement la même intensité. Cela n'est pas impossible ni bien difficile à obtenir sans doute, si chaque fois on veut mesurer exactement au galvanomètre la quantité de gaz dégagée en une minute. Mais toutes ces recherches ne sont pas possibles dans la pratique. Pour les médecins, il est plus avantageux d'avoir un appareil qui donne constamment la même quantité d'électricité et qui ne nécessite aucune recherche minutieuse.

L'appareil de M. Ruhmkorff est très-commode dans les recherches physiologiques, car il permet de varier d'un moment à l'autre la quantité d'électricité et d'étudier ainsi l'effet de cette propriété des courants électriques.

Appareil au proto-sulfate de mercure. — Nous avons cherché à établir un appareil à courant continu et constant, qui remplisse la plupart des conditions physiques et qui en même temps soit d'un prix modéré.

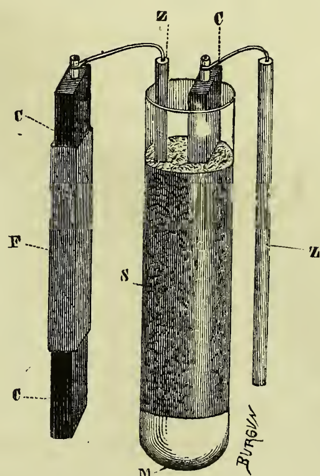


Fig. 25. — Élément de l'appareil.

Cet appareil, construit par M. Gaiffe, se compose d'élé-

ments au proto-sulfate de mercure, auxquels nous avons donné la disposition suivante :

Dans un tube de verre plongent un morceau de charbon et une tige de zinc (fig. 25). Le morceau de charbon C plonge jusqu'au fond du tube de verre, où se trouve du proto-sulfate de mercure M. Le zinc Z ne pénètre point ce sel et reste suspendu au-dessus. L'espace qui sépare le charbon du zinc est rempli de sciure de bois S qui a pour but de maintenir l'humidité et en même temps d'empêcher que l'eau ne s'écoule en dehors des tubes au moindre ébranlement.

Dans les premiers appareils, pour que l'électricité ne

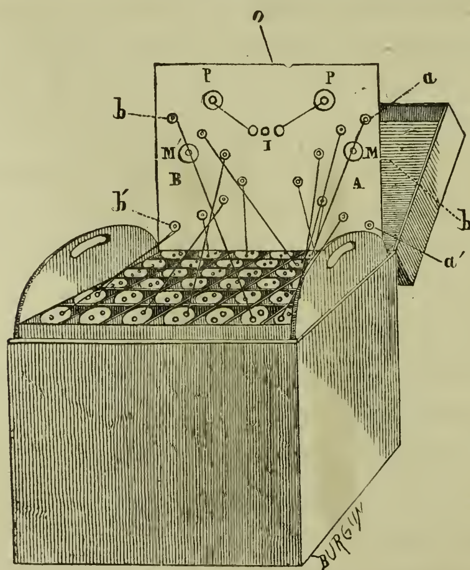


Fig. 26. — Appareil Onimus.

puisse se dégager directement entre le zinc et le charbon, celui-ci était recouvert d'un tube de caoutchouc dans la partie qui se trouve dans l'espace occupé par la sciure de

bois, comme cela est encore représenté dans la figure ci-jointe. Depuis, pour diminuer l'action chimique, nous avons enveloppé le zinc aux deux tiers d'une enveloppe de gutta-percha. Si l'on voulait augmenter dans ces appareils l'action chimique, il suffirait d'enlever ou de diminuer ce tube isolant.

Ces éléments, au nombre de 42, sont renfermés dans une boîte à double fond, où ils sont maintenus dans une case rectangulaire et disposés en sept rangées renfermant chacune six éléments. Une planchette qui sert de collecteur recouvre tous ces éléments; cette planchette, dans la figure 26, est vue par sa face inférieure, tandis que dans la figure 27 elle est vue par sa face supérieure.

Sur cette planchette se trouvent, à droite et à gauche, sept boutons métalliques qui, de chaque côté, forment un demi-cercle autour d'une manette M et M'. A ce bouton viennent se rendre les fils métalliques qui recueillent le courant des différentes piles; d'un côté, chaque bouton ne reçoit que le courant d'un seul élément, tandis que de l'autre côté chaque bouton reçoit le courant de 6 éléments. On peut ainsi graduer à volonté la force du courant.

Lorsque les deux manettes sont sur le bouton *o*, aucun courant ne passe; c'est dans cette position qu'il faut toujours les ramener lorsqu'on ne se sert plus de l'appareil. Lorsque la manette droite reste sur *o* et qu'on amène la manette gauche sur le bouton 1, on recueille le courant d'un élément; on obtient le courant de 2 éléments en mettant cette manette sur le bouton 2, celui de 3 éléments en la plaçant sur le bouton 3, et ainsi de suite.

Si la manette gauche reste fixe sur *o* et qu'on amène la

manette droite sur le bouton marqué 6, on aura un courant de 6 éléments, et le courant serait celui de 12 ou de 18, etc., éléments si la même manette était placée sur le bouton 12 ou 18. Dans la figure ci-jointe on a donc, d'un côté, le courant de 4 éléments, et d'un autre côté celui de 30 éléments, ce qui fait un total de 34 éléments. Si l'on voulait, par exemple, avoir le courant de 15 éléments, on mettrait la manette droite sur 12 et la manette gauche sur 3. On peut donc donner au courant la force

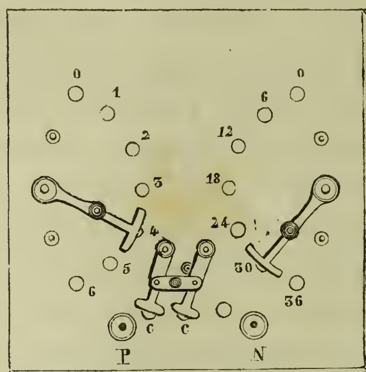


Fig. 27. — Face supérieure du collecteur.

que l'on désire et le graduer depuis un jusqu'à 42 éléments. En P et N sont les deux boutons où l'on place les fils conducteurs; le galvanomètre est placé dans le fond du couvercle de la boîte.

En C se trouve un interrupteur; lorsque les deux tiges métalliques sont sur les boutons marqués C, le pôle positif est en P et le pôle négatif en N. Lorsque l'une des tiges de l'interrupteur est placée sur le troisième bouton métallique éloigné de C, N devient le pôle positif et P le pôle négatif.

Les manettes sont terminées par une plaque de cuivre plus

longue que l'intervalle qui sépare deux boutons, et par conséquent on peut augmenter la force du courant sans déterminer de secousses, car quand on quitte un des boutons, la manette est déjà en communication avec le bouton voisin. On a ainsi un affaiblissement ou une augmentation de l'intensité du courant, selon le sens dans lequel on agit, mais on n'a jamais d'interruption.

Pour pouvoir facilement nettoyer l'appareil, et enlever les sels qui se sont formés et qui recouvrent les éléments, la boîte est à double fond. Lorsqu'on veut nettoyer l'appareil on soulève la boîte intérieure, percée à jour près de chaque élément, et on lave alors les piles à grande eau. Il suffit, après cela, de remettre dans chaque élément quelques grammes de protosulfate de mercure et un peu de sciure de bois.

L'appareil peut marcher avec une grande constance pendant plusieurs semaines. Il donne un courant qui, grâce à la disposition des éléments, a fort peu d'action chimique et dont la tension est plus forte que celle de la pile Remak. — La différence d'action des deux pôles est très-marquée, et à la sensation produite sur la peau on peut fort bien reconnaître le pôle positif du pôle négatif.

Les inconvénients de cet appareil sont dus à la formation du sulfate de zinc qui vient s'établir au-dessus des éléments et les mettre en communication, ce qui use la pile plus rapidement. Le lavage à grande eau doit être employé alors. De plus, il faut, chaque fois que la pile a perdu de son intensité, enlever la sciure de bois, pour remettre du protosulfate de mercure dans le fond de chaque tube. Pour enlever la boîte inférieure, il faut détacher les fils qui font communiquer les éléments avec le collecteur. Pour faciliter cette

opération, les piles qui reçoivent un fil conducteur possèdent des vis plus grandes et plus faciles à manier. Tout cela peut être fait par toutes les personnes, par un domestique même, sans qu'on soit obligé d'avoir recours chaque fois au fabricant. Comme nous le disons à la fin de ce chapitre, nous ne croyons pas que ces piles soient les meilleures en électrothérapie, mais, parmi les appareils portatifs, nous sommes persuadés que cet appareil, tel qu'il est, ou modifié dans ses détails, est très-avantageux pour la plupart des médecins.

Appareil à polarisation de Jules Thomsens. — Cet appareil, qui a figuré à l'Exposition universelle de 1867, est tout nouveau, et fondé sur la polarisation du platine sous l'influence du passage d'un courant électrique. Il se compose d'une planchette très-épaisse de bois, sur laquelle se trouve placé au milieu un électro-aimant qui sert à faire tourner deux aiguilles métalliques pp' et nn' sur un cadran dont la circonférence est formée par une sorte de rainure large de 3 à 4 centimètres et où se trouvent placées des petites tiges métalliques. De chaque côté de cet électro-aimant se trouvent deux petites auges M et M' divisées chacune en 15, 20, etc., compartiments par des lames de platine. Chaque lame de platine est en communication avec un des boutons métalliques du cadran B. Ces petites auges sont remplies d'eau acidulée avec l'acide sulfurique.

Un élément E de Bunsen fait marcher l'électro-aimant qui fait tourner les deux tiges métalliques pp' et nn' qui représentent, l'une le pôle positif et l'autre le pôle négatif.

Voilà maintenant comment fonctionne cet appareil : l'électro-aimant, que l'on pourrait remplacer par un ressort qui ferait tourner également les deux tiges pp' et nn', fait

parcourir selon la vitesse voulue tout le cercle du cadran à ces deux sortes d'aiguilles; celles-ci représentant les deux pôles d'une pile E′ E′ et étant mises en contact avec les tiges métalliques qui se rendent aux lames de platine, font arriver le courant jusque dans les auges M et M′ par les communications *c* et *d*. A mesure que l'une ou l'autre des lames de platine reçoit le courant, l'eau acidulée qui se

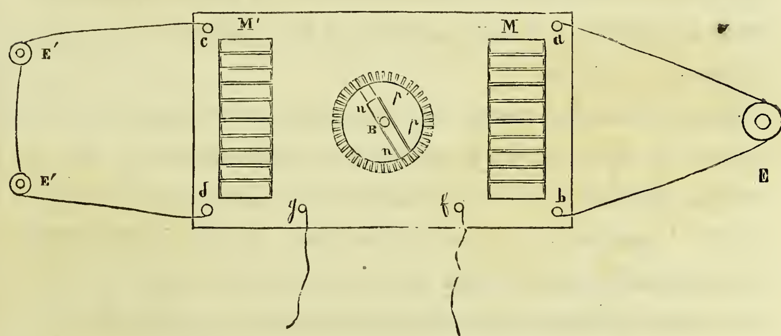


FIG. 28. — Figure schématique de l'appareil à palorisation.

trouve entre ces lames est décomposée. L'oxygène se rend au pôle positif et l'hydrogène au pôle négatif, et les lames de platine qui représentent ces pôles se trouvent ainsi électrisées par polarisation. C'est cette électricité que l'on recueille aux boutons *g* et *f*. Pour que le courant soit continu, les aiguilles métalliques *pp′* et *nn′* sont plus larges que la distance qui sépare deux tiges métalliques, de sorte que l'aiguille touche une seconde tige avant d'avoir cessé d'être en contact avec la première.

Le platine étant un métal très-cher, et le plomb possédant les mêmes propriétés de polarisation que le platine, nous avons cru pouvoir remplacer le platine par du plomb, ce qui diminuerait de près de moitié le prix de l'appareil. Nous avons prié M. Rasmussen, de Copenhague, qui fabrique

cet appareil de Thomsens, de nous construire un appareil de ce genre avec des lames de plomb. Malheureusement, le plomb se couvre bientôt d'oxyde et ne peut alors être polarisé régulièrement. M. Rasmussen a alors essayé d'employer les lames de plomb platiné, mais dans ce cas encore, l'appareil, au bout de fort peu de temps, devient défectueux, car sous l'influence des courants électriques il se forme également des oxydes de plomb entre la lame de plomb et celle de platine. On est donc obligé de conserver des lames entières de platine.

Nous avons fait venir de Copenhague un appareil de ce genre, et nous l'avons employé en électrothérapie ; les résultats obtenus sont très-satisfaisants ; mais, malheureusement, l'appareil est très-incommode. Il est difficilement transportable, car il faut en même temps emporter trois éléments de Bunsen (les éléments de Grenet, plus faciles à transporter, ne peuvent guère être employés); on est obligé de monter les piles chaque fois qu'on veut s'en servir ; on remplit l'atmosphère de la chambre du malade avec des vapeurs nitreuses, etc. Ce sont là de graves inconvénients, et qui sont à peine compensés par les autres avantages que donne cet appareil.

Au point de vue physique, cet appareil est un des plus intéressants qui aient été construits, et peut-être pourra-t-il obtenir des perfectionnements qui en rendront l'usage plus facile. Dans tous les cas, il peut être utile au médecin, tant qu'il n'a pas besoin d'être déplacé, car il est préférable à la plupart des autres, lorsqu'on veut agir sur des organes délicats et situés à l'intérieur du corps, comme la vessie par exemple, car il n'amène que fort peu de cautérisation par les produits électrolytiques. Nous avons obtenu, dans les cas

de paralysie de la vessie, des résultats très-remarquables avec cet appareil.

Des avantages et des inconvénients des appareils à courants constant et continu.

Nous avons déjà dit, dans la description de la plupart des appareils, la plupart des avantages et des inconvénients qu'offrent les appareils; aussi nous ne voulons dans ce paragraphe qu'indiquer les faits principaux et les dispositions les plus avantageuses.

Les appareils le plus souvent employés sont l'appareil de Remak, l'appareil de Stohrer, l'appareil au sulfate de plomb, l'appareil au chlorure d'argent et l'appareil au protosulfate de mercure.

Si l'on met de côté la question de transport des appareils, il n'en est pas qui puisse présenter des avantages aussi nombreux et aussi sérieux que l'appareil Remak. C'est celui qui fournit le courant le plus constant, c'est celui qui est le plus facile à entretenir, enfin c'est celui qui se dérange le moins. Voilà plus de quatre ans que nous avons toujours le même appareil Remak, et jamais encore nous n'avons eu le moindre dérangement. Il suffit tous les ans de démonter une seule fois les éléments et de les laver à grande eau. Tous les trois ou quatre mois, sans rien modifier à la disposition des piles, il faut également mettre un peu d'eau et quelques cristaux de sulfate de cuivre dans chaque élément.

Malheureusement cet appareil n'est nullement portatif, et présente ainsi le grand inconvénient de ne pouvoir être employé pour les malades qui ne peuvent se lever. Mais dans les hôpitaux comme pour les cabinets de médecins, c'est,

nous le répétons, le meilleur appareil que l'on puisse établir.

Tous les autres appareils ont plus d'inconvénients. Ainsi, l'appareil de Stohrer a une action chimique très-considérable, il est moins constant et également fort peu portatif. L'appareil au sulfate de plomb a les mêmes inconvénients que les appareils au protosulfate de mercure, il s'y forme des sels de sulfate de zinc qui surmontent les éléments, et établissent des communications entre eux; l'action chimique est assez forte, et de plus, il n'y a pas l'avantage des piles au protosulfate de mercure où le zinc est constamment amalgamé.

Enfin, l'appareil de Gaiffe, au chlorure d'argent, s'il est de tous les appareils le plus léger et le plus portatif, a l'inconvénient de nécessiter l'intervention du fabricant dès que le chlorure d'argent est usé. De plus, une action qui nous a beaucoup frappés dans cet appareil, c'est que le pôle positif, au lieu d'être, comme cela a lieu d'ordinaire, moins douloureux que le pôle négatif, est, au contraire, plus douloureux, ou dans tous les cas aussi douloureux que celui-ci. C'est là un très-grand inconvénient dans beaucoup de cas.

L'appareil de Ruhmkorff, comme nous l'avons déjà dit, est difficilement constant dans la pratique et d'un maniement assez compliqué. Pour le médecin praticien, il ne présente aucun avantage sur les autres appareils à courant continu ; de plus, il est plus lourd que les autres appareils portatifs.

D'un autre côté, beaucoup de ces appareils déterminent sur la peau une sensation très-vive, ce qui est une condition excessivement défavorable. La douleur par elle-même est un

excitant oblige de changer souvent de place et détermine des contractions involontaires; conditions qui troublent la constance du courant.

Il ne faut pas croire qu'il soit indifférent d'employer tel ou tel appareil, et que du moment qu'on a un courant continu, il importe peu que le courant ait plus ou moins de tension, ou plus ou moins d'action chimique. Il y a plus, certaines actions physiologiques et thérapeutiques dépendent même de la disposition des éléments, sans tenir compte de la tension et de l'action chimique. En physique, on ne tient compte que de ces deux conditions, et d'ailleurs on n'a pas à tenir compte d'autre chose. Il est facile de combiner les surfaces des métaux et le nombre des éléments pour obtenir les mêmes effets physiques avec une pile au sulfate de plomb ou au chlorure d'argent que ceux que donne la pile Remak; on a donc la même tension et la même action chimique, et cependant, au point de vue physiologique, on n'aura pas les mêmes actions. Cette différence, nous le répétons, ne peut presque pas s'expliquer physiquement, mais cependant le fait est réel. Hiffelsheim, vers la fin de sa vie, employait de préférence dans les névralgies rebelles des éléments assez grands mais dans lesquels il ne mettait que des liquides agissant très-faiblement sur les métaux. Remak dit dans une note : « Je dois dire, pour les médecins qui voudraient répéter mes expériences, que l'effet curatif dépend de la surface des éléments de la pile, c'est-à-dire qu'*il faut rejeter absolument les piles composées de petits éléments.* »

Notre expérience vient à l'appui de ces deux savants, et nous avons toujours eu des résultats moins nets avec les appareils à petits éléments qu'avec les autres. C'est surtout lorsqu'on veut employer les courants continus du côté des

centres nerveux, et dans les cas où l'on veut obtenir un effet calmant, qu'il faut se défier des appareils portatifs à courant continu. Dans les cas de névralgies, d'excitation des nerfs périphériques ou d'excitation spinale, dans les cas d'hystérie, de chorée, en un mot *dans tous les cas où il faut surtout agir sur le système nerveux*, il nous répugne toujours d'employer d'autres courants que ceux de l'appareil Remak.

Quoique cette différence d'action paraisse inexplicable au point de vue physique, nous ferons cependant remarquer que dans un cas, dans les appareils à petits éléments, il se forme en un point très-limité, en 1 centimètre carré de métal, par exemple, la même force électro-motrice que dans les piles à large surface, mais à liquides peu actifs, sur 5, 10 ou 20 centimètres carrés. D'un autre côté, il est probable qu'au bout d'un temps très-court, les éléments à petite surface présentent moins de régularité dans le dégagement de l'électricité, qu'il s'y forme plus de courants dérivés, etc., ce qui expliquerait, d'après des lois physiques, la préférence à donner aux appareils à grande surface. Dans tous les cas, ce qui nous importe comme médecins, c'est de savoir que pour obtenir des effets calmants, c'est-à-dire les effets les plus avantageux des courants continus, il est préférable d'employer des piles à large surface.

A défaut de la pile Remak, la pile de Daniell serait celle qui, dans ces conditions, serait la plus avantageuse, mais il ne faut pas espérer pouvoir jamais rendre ces appareils portatifs.

Il est important d'être bien fixé sur ces conditions, car déjà au commencement de ce siècle, malgré tout l'enthousiasme suscité à ce moment, on a abandonné les courants de la pile à cause de cet emploi inconsidéré de

toute espèce d'appareils. Pour toute médication, il faut tenir compte de la provenance, du mode de préparation, du mode d'administration, etc. Si un médecin donne un médicament mal préparé ou mal prescrit, on ne pourra pas en tirer la conséquence que ces médicaments n'ont aucune utilité, mais bien que le médecin n'a pas su les employer. Si, à une certaine dose, ou dans une préparation spéciale, un agent thérapeutique peut être calmant par exemple, celui qui emploiera ce même médicament sous des formes différentes ne sera pas en droit d'en conclure que le médicament n'a aucune action calmante. Il en est de même pour les courants continus, et il y a sous ce rapport deux exagérations à craindre, celle de vouloir en faire une panacée universelle, et de vouloir tout guérir par ce moyen ; il ne manque pas de personnes et peut-être de médecins pour tomber dans cette erreur. La seconde exagération sera peut-être de douter des avantages thérapeutiques de ces courants, parce que quelques médecins, en les employant à tort et à travers avec de mauvais appareils, et sans tenir compte des différences d'intensité et de direction, n'auront pas obtenu les succès qu'ils en attendaient.

Des excitateurs. — La plupart des excitateurs employés dans les applications médicales de l'électricité sont suffisamment connus pour que nous n'ayons pas à les décrire. En général, on se sert surtout de cylindres de cuivre dans l'intérieur desquels on place une éponge mouillée. Ces excitateurs ont de grands inconvénients. L'eau qui se trouve dans les éponges est dans les premiers moments trop abondante, et pour peu qu'on presse un peu sur la peau elle s'écoule tout autour des excitateurs. De plus, le rebord des

cylindres de cuivre arrive facilement à être en contact avec la peau, ce qui est très-douloureux.

Il est préférable de se servir de tampons métalliques, recouverts de toile ou de peau humectée d'eau. La surface de ces tampons varie dans leurs formes et dans leurs dimensions selon les points du corps où ils doivent être appliqués. En général, sur les parties externes du corps, il est préférable d'employer des tampons très-larges.

Au lieu de tampons métalliques, on se sert également de tampons au charbon. Ces derniers ont le grand avantage de ne pas s'oxyder.

Pour électriser des parties profondes, telles que la vessie, le rectum, etc., il est toujours préférable de ne pas mettre le métal directement en contact avec les muqueuses, à cause des effets électrolytiques. Il faut avoir soin de mettre entre la surface des tissus et le métal une couche d'eau plus ou moins épaisse.

Pour électriser la vessie par exemple, nous employons le moyen suivant. Sur une sonde ordinaire nous appliquons un petit appareil d'argent, consistant en un petit robinet. La sonde introduite, on vide la vessie, puis on injecte de l'eau tiède, on ferme le robinet, afin de maintenir l'eau dans la vessie et la sonde, et par une légère ouverture qui se trouve près du robinet on introduit un mandrin d'argent qui est en communication avec un des pôles de la pile. L'autre pôle est placé sur l'abdomen. Le courant ne se propage donc à la paroi vésicale qu'en traversant l'eau renfermée dans la sonde et la vessie.

On peut également, dans ces cas, employer un procédé plus simple. On introduit dans la vessie une sonde ordinaire, on injecte doucement de l'eau, qui remplit la sonde

et la vessie. On place alors dans le pavillon de la sonde un petit fausset de bois et l'on pousse dans la sonde le mandrin qui traverse le fausset (1).

Pour le rectum, il est plus difficile de maintenir l'eau près de l'extrémité de l'excitateur, mais par contre, on peut l'envelopper d'un linge humide.

Il est très-avantageux d'employer des instruments recouverts d'une couche de nickel, car on évite ainsi les oxydations.

Quelquefois, surtout chez les enfants, ou lorsqu'on doit agir sur tout un membre ou sur tout le corps, nous faisons plonger les mains ou les pieds dans de l'eau dans laquelle on maintient un des pôles. Ce procédé a l'avantage de diminuer notablement la douleur locale que détermine l'application directe des rhéophores. En même temps on humecte ainsi complétement une certaine étendue de la peau, et par conséquent le courant pénètre plus facilement dans le corps.

Mais il ne faut pas confondre ce procédé avec les bains électriques. Les bains électriques sont, à notre avis, un mauvais mode d'électrisation ; en effet, la surface électrisée est tellement grande que le courant perd beaucoup de son énergie. D'un autre côté, on n'électrise en général que les parties superficielles, et surtout celles qui sont en contact avec le niveau de l'eau, car le courant passe plutôt par l'eau que par le corps. Enfin on ne peut jamais agir spécialement et avec discernement sur les parties malades. Ces bains sont toujours employés avec les courants induits, et d'après les lois physiques les plus simples, ils ne peuvent

(1) Voyez *Traité des opérations des voies urinaires*, par le docteur Reliquet. Paris, 1869.

qu'agir en excitant plus ou moins la peau. Leur emploi n'est donc logique que dans certains cas d'hystérie ou dans certaines formes de l'anémie. M. le docteur Laillier les a employés avec avantage dans quelques affections hystériques. Mais, nous le répétons, ces bains n'agissent que comme excitants de la peau, et peuvent être remplacés par d'autres bains de ce genre, tels que ceux au sel de Pennès, etc. C'est donc une nouvelle forme de bains, mais non un nouveau mode d'électrisation.

CHAPITRE IV

DES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES CORPS VIVANTS

Du corps considéré comme conducteur de l'électrité.

Avant de considérer le corps comme composé de matière organique vivante, réagissant dans ses fonctions essentiellement vitales sous l'influence de l'électricité, nous devons d'abord le considérer au seul point de vue de ses propriétés physiques comme conducteur de l'électricité.

Or, le corps des animaux est formé de plusieurs substances, ou mieux de différents tissus qui sont loin de présenter les mêmes caractères physiques ; nous sommes donc obligés d'examiner successivement chacun de ces tissus.

L'expérience la plus simple démontre combien l'épiderme sec, les poils, les ongles et en général toute substance cornée, sont mauvais conducteurs de l'électricité. Ce fait est important à retenir, à cause de l'épiderme, sur lequel on applique constamment les rhéophores. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

Matteucci (1) a trouvé que la conductibilité des muscles était, comparativement à celle du cerveau ou des nerfs périphériques, comme 4 est à 1.

(1) *Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux.* Paris, 1844.

Schlesinger (1), d'après ses recherches, donna comme proportion 8 :: 3, et remarqua en même temps que la conductibilité des os était égale à celle des nerfs.

Eckhardt et Ziemssen reprirent cette question et employèrent des procédés plus exacts. Eckhardt (2), en comparant les résistances que donnent au passage de l'électricité les différents tissus, trouva qu'il n'existe entre eux aucune proportion bien constante, mais qu'elle dépend surtout de *la richesse des tissus en liquides*. En représentant la résistance des muscles par 1, les autres tissus donnent les chiffres suivants :

Les tendons........	de 1,8 à 2,5
Les nerfs..........	de 1,9 à 2,4
Les cartilages......	de 1,8 à 2,3
Les os............	de 16 à 22

Si l'on compare à ces chiffres ceux que donne l'analyse chimique, au point de vue de la quantité de liquides que renferment ces différents tissus, on trouve pour le muscle : 72 à 80 pour 100 d'eau, pour les tendons 62 pour 100, pour les cartilages 50 à 75 pour 100, pour les nerfs 39 à 66 pour 100, et enfin pour les os, 3 à 7 pour 100.

On voit donc qu'il y a une relation très-réelle et directe entre la résistance des tissus au passage de l'électricité et la quantité de liquide qu'ils renferment.

Il est très-facile, dans tous les cas, à l'aide d'un galvanomètre très-ordinaire, de s'assurer que le muscle est relatiment bon conducteur de l'électricité et que le nerf est très-mauvais conducteur de cet agent.

(1) *Zeitschrift der Wiener Aerzte*. 1852.
(2) Eckhardt, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie*. Giessen, 1856.
(3) Ziemssen, *Die Electricität in der Medicin*. 1866.

Conséquences pratiques des résistances des différents tissus au passage de l'électricité.

De l'épiderme. — Nous venons de voir que *l'épiderme sec* offre une très-grande résistance aux courants électriques; il est donc important, si l'on veut agir profondément, ou si les courants que l'on emploie ne possèdent pas une haute tension, de mouiller l'épiderme, afin que le fluide électrique puisse pénétrer dans l'intérieur des tissus, l'eau lui servant de conducteur de dehors en dedans. C'est pour la même raison, qu'au lieu d'eau simple on emploie souvent, dans ce cas, de l'eau salée ou de l'eau acidulée, celles-ci conduisant mieux l'électricité que l'eau simple.

Chaque fois également que l'on emploiera des courants continus, il sera absolument nécessaire d'humecter l'épiderme, car ces courants n'ont jamais une tension suffisante pour vaincre facilement la résistance de l'épiderme sec; ou bien lorsqu'ils ont cette force, ils sont très-intenses, et déterminent profondément des décompositions chimiques.

L'épiderme devra également être humecté, chaque fois qu'avec des courants d'induction on voudra agir profondément. Ces courants possèdent en général une tension assez forte pour se reconstituer à travers l'épiderme, mais lorsque celui-ci est sec, ils restent limités à la partie superficielle du corps. Les différences signalées par M. Duchenne dans ces conditions dépendent uniquement de cette plus ou moins grande conductibilité de l'épiderme; on comprend, en effet, facilement qu'en humectant l'épiderme on agit sur les muscles, tandis que lorsque l'épiderme est sec, ou qu'il est très-épais, l'électricité reste à la superficie et ne peut agir que sur les nerfs cutanés.

Des muscles et des nerfs. — Les muscles étant de tous les tissus du corps les meilleurs conducteurs de l'électricité, il en résulte que lorsqu'on place dans un circuit électrique plusieurs muscles, ils seront tous traversés par le courant. Cela n'implique pas forcément que tous ces muscles doivent se contracter, car il faut encore une certaine intensité de l'agent électrique pour déterminer la contraction, et en général la contraction n'a lieu que pour les muscles placés aux points de concentration de la transmission électrique, c'est-à-dire à l'entrée et à la sortie du courant.

Les nerfs, considérés comme conducteurs physiques, sont, comparativement à ce que l'on croyait autrefois, de mauvais conducteurs de l'électricité ; ils ne seront donc traversés par les courants électriques que dans les cas où ils se trouvent au milieu ou au-dessous de tissus de grandes résistances que la force du courant sera parvenue à surmonter. En d'autres termes, il faut, pour électriser directement les nerfs, employer des courants à haute tension, et comme nous l'indiquerons tout à l'heure, rapprocher le plus possible les nerfs des électrodes.

Mais, hâtons-nous de le dire, le nerf vivant n'est pas un corps conducteur ordinaire. Ses propriétés physiques le rendent, il est vrai, mauvais conducteur de l'électricité ; ses propriétés vitales, au contraire, le rendent très-sensible aux phénomènes électriques. Il n'a pas besoin d'être traversé dans toute sa longueur par le courant pour réagir et pour être influencé par l'électricité, il lui suffit, pour cela, d'être traversé en un point ou peut-être même d'être rapproché d'un courant électrique. Il possède presque la sensibilité et les propriétés de l'aiguille aimantée, comme semble le

prouver la sensibilité de la grenouille dite *galvanoscopique*. Nous reviendrons longuement sur ce sujet lorsque nous traiterons de l'influence de l'électricité sur le système nerveux.

De la discussion de la formule des piles à propos de la conductibilité du corps humain.

Nous avons vu que l'intensité d'un courant qui circule dans un fil conjonctif homogène de longueur L, peut être représentée par la formule $I = \frac{E}{L+r}$, en désignant par r la longueur de fil représentant la résistance de la pile ou sa *longueur réduite*, et par E la force électro-motrice. Si les couples sont égaux entre eux et en nombre n, la formule devient :

$$I = \frac{nE}{L + nr},$$

et en divisant par n

$$I = \frac{E}{\frac{L}{n} + r}.$$

L, qui représente la résistance extérieure, représente par conséquent la résistance opposée par le corps. Cette résistance n'est point, pour l'organisme, aussi facile à évaluer que pour un fil homogène, car nous avons, dans ce cas, des courants dérivés. Mais pour plus de simplicité, nous nous en tiendrons à cette formule, qui nous montre que lorsque L est très-grand, ce qui est le cas du corps humain, il faut, pour que I ait une certain egrandeur, que n soit très-grand ; ce qui démontre qu'il faut employer un grand nombre de couples quand on veut faire passer un courant électrique à travers le corps humain.

Si L restant constant, n vient à augmenter, l'intensité I

augmentera proportionnellement à l'augmentation de n. Donc la résistance une fois vaincue, l'intensité du courant sera alors exactement le double, le triple, etc., avec un nombre d'éléments double, triple, etc.

Si au lieu de réunir plusieurs couples les uns à la suite des autres, on en réunit un nombre m par les pôles de même nom, de manière à former un couple unique, la résistance sera $\frac{r}{m}$, puisque la section sera une fois plus grande et la formule deviendra :

$$I = \frac{E}{L + \frac{r}{m}}.$$

On voit par cette formule, que si L est très-grand, l'intensité sera à peine augmentée par la réunion des pôles. Or, la résistance offerte par le corps est considérable, et l'on peut ainsi comprendre combien il est nécessaire, pour les applications de l'électricité à la médecine, de réunir les couples les uns à la suite des autres, c'est-à-dire en tension. Le cas contraire n'est utile que lorsqu'on interpose entre les deux pôles une masse peu volumineuse de matière vivante, comme dans certaines tumeurs. C'est donc uniquement dans les applications chirurgicales qu'il est utile d'augmenter l'étendue des couples.

Du trajet des courants électriques dans l'organisme. Application à l'électrisation des muscles et des nerfs.

Les médecins croient généralement que le courant va en ligne droite d'un pôle à l'autre. Cette opinion a donné lieu à plusieurs erreurs, dont une des plus importantes est celle qui fait considérer comme des contractions réflexes celles qui ont lieu en dehors de la ligne directe qui unit les deux pôles.

Le courant électrique se propage par une sorte d'ondulation.

La figure 29 montre à peu près le trajet suivi par le fluide électrique entre les deux pôles placés sur une surface

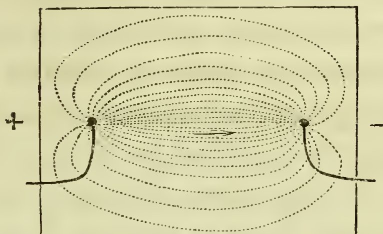


Fig. 29. — Conducteur de forme rectangulaire sur lequel sont appliqués les deux pôles d'une pile et indiquant le trajet suivi par les courants électriques.

plane et régulière. C'est bien sur la ligne droite qui unit les deux pôles que le passage de l'électricité se fait le plus énergiquement, mais les parties avoisinantes sont également

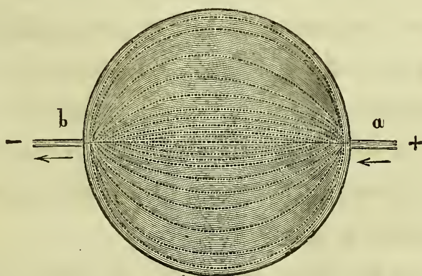


Fig. 30. — Conducteur sphérique. Entre *a* et *b* on voit les courbes suivies par les courants.

parcourues par des courants. Si l'on place les pôles aux extrémités du diamètre d'une sphère (fig. 30), on déterminera une série de lignes courbes se terminant aux points d'applications *a* et *b*.

Des expériences de M. Magrini sur la forme des figures

déterminées par des décharges électriques, démontrent que l'électricité se propage par une sorte de mouvement ondulatoire. En mettant une lame de verre en contact avec des lames de métal, d'étain par exemple, qui reçoivent et transmettent la décharge électrique, M. Magrini a vu souvent certains rayons électriques, arrivés sur le bord des glaces, se réfléchir en faisant un angle de réflexion égale à l'angle d'incidence. Quelques rayons subissent même deux réflexions successives, toujours en suivant les lois de la réflexion lumineuse. La marche des rayons électriques est indiquée par la fusion du métal. On peut conclure de ces faits, que le mouvement vibratoire produit par l'électricité se transmet par des ondes qui grandissent en se propageant, et qui peuvent se réfléchir à la surface de séparation de deux métaux.

Des expériences de Nairne, confirmées par celles de M. Becquerel, ont montré que des fils métalliques parcourus par une décharge électrique incapable de les fondre, mais pouvant les rougir, se raccourcissent en même temps que leur diamètre s'accroît. Ces fils, traversés par un certain nombre de décharges électriques, prennent une forme ondulée qui accuse un mouvement des molécules du fil perpendiculairement à sa longueur.

Une expérience faite par l'un de nous (Legros) avec M. Ch. Robin montre également la manière de propagation de l'électricité. Ayant soumis des Noctiluques (*Nocticula miliaris*) à l'influence de courants d'induction, nous avons vu que la phosphorescence se produisait aussitôt avec un vif éclat. Les noctiluques couvraient la surface de l'eau, et l'on voyait aux deux points où plongeaient les pôles une vive lumière. La forme de cet espace lumineux était re-

présentée par deux cercles réunis par une bande intermédiaire. Mais dans ces cercles même la lumière était plus vive en certains points qu'en d'autres, et par conséquent formait des ondulations.

En plaçant donc un courant sur le bras dans toute sa longueur, comme cela est représenté (fig. 31), les courants électriques prennent à peu près le trajet indiqué dans cette figure. Si nous rapprochons les deux pôles, nous obtiendrons les ondulations indiquées dans la fig. 32. Toutes les parties qui se trouveront ainsi au-dessous des deux pôles seront parcourues par des courants électriques, et l'on voit par là combien l'électrisation complétement localisée n'existe pas. Lorsqu'on emploie un courant assez faible, il ne peut déterminer de contraction qu'aux points qui avoisinent les pôles, mais cela ne prouve en aucune façon qu'une partie du courant, peu intense il est vrai, ne parcourt quelques autres muscles sous-jacents, ou même les nerfs de cette région.

Si le courant est énergique, et si les pôles sont éloignés l'un de l'autre, comme nous l'avons indiqué fig. 31, tous les muscles du même membre vont entrer en contraction, car ils sont tous parcourus par le courant électrique qui, étant assez intense, fait contracter tous ces muscles. Ce sont là des contractions dues à une action directe sur les muscles et sur les nerfs périphériques, et non à une action réflexe. Nous ne comprenons pas comment M. Duchenne a pu croire que ces contractions sont provoquées par action réflexe, car il dit : « Si au lieu de tenir les deux rhéophores dans une seule main et à la même hauteur, on les éloigne l'un de l'autre sur la partie supérieure du membre, soit en tenant un rhéophore dans chaque main, on voit alors entrer

en contraction les muscles de l'avant-bras ou du bras selon le degré d'intensité du courant. Les contractions musculaires provoquées par ce procédé d'électrisation sont incom-





Fig. 31. Fig. 32.

Figures schématiques servant à indiquer le trajet suivi par les courants dans le bras et l'épaule.

plètes et irrégulières;... c'est *l'électrisation par action réflexe.* »

Il est certain que les courants d'induction, en traversant un membre, déterminent une irritation sur les nerfs sensitifs de cette région, et que cette irritation est transmise à la moelle, mais elle n'est point capable d'y déterminer des actions réflexes de cette énergie. Si, en dehors des conditions physiques du trajet des courants électriques dans l'organisme, et qui sont plus que suffisantes pour expliquer les contractions qui se font dans ce cas, il fallait encore démon-

trer l'erreur de M. Duchenne par des faits physiologiques, il nous suffirait de citer la seule expérience suivante. Si, sur un animal chez lequel on a détruit complétement la moelle, on fait passer dans un membre ou dans tout le corps un courant électrique d'induction, on obtient absolument les mêmes contractions. Il en est de même si l'on détache un membre du corps et qu'on l'électrise dans une portion de sa longueur. Dans ces deux conditions, les actions réflexes sont complétement impossibles, et les contractions ont lieu comme dans le cas où M. Duchenne admet des contractions réflexes (1).

La réunion près des électrodes des différents rayons du courant électrique, est la cause des contractions plus énergiques et souvent uniques que l'on obtient en ces points. La grandeur des électrodes, doit donc avoir une influence sur la contraction des muscles environnants. Aussi, si l'on applique sur un muscle d'une certaine étendue et d'un volume un peu considérable des électrodes très-étroits, d'un centimètre de diamètre par exemple, on n'obtient, même avec un courant assez fort, que des contractions isolées de quelques faisceaux musculaires. Avec le même courant, et même avec un courant plus faible, on obtient des contractions plus étendues, en employant des électrodes d'une plus grande surface. Le courant dans ce cas, entrant dans le muscle par une grande surface de contact, agit sur un plus grand nombre de faisceaux musculaires et surtout sur un plus grand nombre de nerfs moteurs. Il faut ajouter de plus que, près du point d'entrée, le courant possède une force suffisante pour produire des phénomènes d'irritation,

(1) Duchenne, *loc. cit.*, pp. 111 et 112.

et que la surface du corps où le courant aura ces propriétés sera d'autant plus considérable que le rhéophore aura une plus grande étendue.

On voit donc par ces considérations toutes physiques, que lorsqu'on veut obtenir les contractions d'un muscle large ou de tout un groupe musculaire, il faut employer des rhéophores à large surface. Par ce moyen, on arrive également plus facilement à atteindre et à exciter les nerfs moteurs. Si, au contraire, on veut localiser l'influence de l'électricité en un seul muscle court, ou à une seule branche nerveuse, il sera indispensable d'employer des rhéophores qui n'offrent qu'une petite surface.

De l'électrisation localisée.

Nous avons dit dans le paragraphe précédent que la localisation mathématique de l'électricité dans une partie déterminée du corps était impossible. Mais d'un autre côté, nous savons qu'il faut aux courants électriques une certaine intensité pour produire une excitation des nerfs ou une action directe sur la contractibilité musculaire. De plus, nous venons de voir que la plus grande intensité se trouve au voisinage des rhéophores. Il est donc possible en rapprochant les deux pôles, et en n'employant que la force électrique voulue, de faire contracter individuellement chaque muscle ou chaque faisceau musculaire. Ce fait important, découvert par Masson, a été surtout généralisé par M. Duchenne, et c'est là le principe de l'électrisation localisée.

Il y a deux choses importantes à distinguer au point de vue de l'électrisation localisée : *a* l'intensité du courant; *b* le point du muscle où les pôles sont appliqués.

a. Il est évident qu'il ne peut être question ici de courants énergiques, car alors, comme nous l'avons dit, plusieurs muscles entrent en contraction. Il faut donc employer des courants moyens, qui aient assez d'intensité pour exciter les faisceaux musculaires que l'on veut faire contracter, mais qui n'aient point assez de force pour faire contracter des muscles voisins.

Pour atteindre ce but, il faut que le muscle que l'on veut faire contracter soit le plus rapproché possible des rhéophores, c'est-à-dire du point où le courant a le plus d'intensité; il faut de plus que dans son trajet à travers l'épiderme, le courant ne perde point de son intensité.

Il est donc important, lorsqu'on veut agir surtout sur un muscle, de déterminer sur la peau une pression plus ou moins forte. L'espace à parcourir par le courant est ainsi diminué, et le courant arrive par conséquent au muscle avec plus d'intensité. Cette condition est surtout très-utile lorsqu'on veut électriser un nerf profond.

En second lieu, pour que l'épiderme n'offre pas une résistance aussi considérable au passage du courant, il est indispensable de l'humecter, et surtout avec de l'eau salée ou acidulée. Le courant arrive alors au muscle avec une intensité assez énergique, car elle n'a point été diminuée trop notablement par la résistance de l'épiderme. De plus, le courant n'étant point trop concentré à la peau, et suivant plus volontiers les corps bons conducteurs (eau, humeurs, muscles), n'agira que très-faiblement sur les nerfs de la peau. Il n'aura donc, dans ce cas, qu'une très-faible action générale, car l'excitation des nerfs sensitifs étant en partie évitée, il n'agit que localement sur les muscles sous-jacents.

Du moment qu'on emploie un rhéophore métallique sec, il ne peut plus être question d'une action locale. Dans ce cas, le courant ne pénètre pas profondément dans les tissus, il se combine dans les couches superficielles du corps, et, par son action sur les nerfs de la peau, agit indirectement sur la moelle, et, par conséquent, sur l'organisme entier. On détermine, lorsque l'épiderme est sec, une douleur très-grande et pas de contraction, à moins d'employer un courant énergique. M. Fick attribue cette violente excitation des nerfs sensitifs à la division du courant principal, en une multitude de petits rayons qui pénétreraient dans la peau, par les glandes sudoripares et les follicules pileux.

Ce procédé est, par ces raisons mêmes, très-avantageux lorsqu'on veut agir sur les nerfs sensitifs, comme dans certains cas d'anesthésie.

b. On obtient une contraction plus énergique et plus étendue d'un muscle, selon les points où l'on applique les rhéophores. Ce sujet a été l'objet de nombreuses discussions entre Remak et M. Duchenne, mais aujourd'hui il ne présente plus grand intérêt. On sait, en effet, que la fibre musculaire se contracte sous l'influence d'excitants, indépendamment de toute excitation nerveuse; il est donc évident que sous l'influence d'un courant électrique, le muscle peut se contracter par irritation directe (1). Mais d'un autre côté, et c'est là surtout ce que Remak voulait démontrer, il est certain que l'excitation du nerf moteur détermine des

(1) Cette question, qui paraissait élucidée par l'influence du curare sur le système nerveux moteur, est de nouveau mise en discussion grâce aux différences de contractilité sous l'influence des courants d'induction et des courants continus sur les muscles privés de leurs nerfs moteurs. (Voyez tous ces détails dans les cas de paralysie faciale et de paralysie traumatique.)

contractions plus énergiques et plus complètes. Il est donc important de chercher les points d'entrée des nerfs musculaires, afin de provoquer des contractions individuelles des muscles. Ces points d'entrée ont été trouvés expérimentalement par M. Duchenne; il ne les a pas indiqués spécialement dans ses écrits, mais il suffit de le voir opérer pour être convaincu que c'est grâce à cette connaissance que M. Duchenne obtient de si belles contractions individuelles des muscles. M. Ziemssen (1) a fait de ce sujet une étude particulière. Il a, sur l'homme vivant, cherché les points où chaque muscle, en étant électrisé, déterminait la contraction la plus forte. Pour bien délimiter ce point, il le marquait au moyen d'un crayon de nitrate d'argent, et disséquant en même temps un cadavre, il cherchait si ces points correspondaient à l'entrée dans les muscles des nerfs moteurs, ou plutôt si les nerfs moteurs étaient en ces points les plus superficiels. Il arriva ainsi à vérifier que les points de la peau où l'électrisation donne les plus fortes contractions, sont ceux qui correspondent au trajet superficiel des nerfs musculaires. Il a fait plusieurs planches où ces points sont indiqués pour les différentes parties du corps.

Outre ces points spéciaux, il en est d'autres où l'électrisation produit aussitôt des phénomènes généraux; ce sont ceux qui avoisinent de grands troncs nerveux. Si, par exemple, on vient à électriser la région du triangle de Scarpa, ou le creux poplité, on agira sur des troncs nerveux importants, et l'on déterminera des contractions dans tous les muscles du membre qui reçoivent leurs filets nerveux de ce tronc principal. De plus, on provoquera un fourmillement

(1) *Loc. cit.*

dans toute la jambe et une excitation très-grande de la moelle. Ces phénomènes seront d'autant plus marqués qu'on se rapprochera plus des centres.

Des courants dérivés.

Ce que nous venons de dire au sujet de l'électrisation localisée se rapporte surtout aux courants d'induction. Dans l'emploi thérapeutique des courants continus il est difficile de localiser aussi facilement leur action. Certes on peut, comme pour les courants d'induction, ne déterminer des contractions que dans certains muscles, on peut les faire contracter individuellement en mettant les pôles aux points

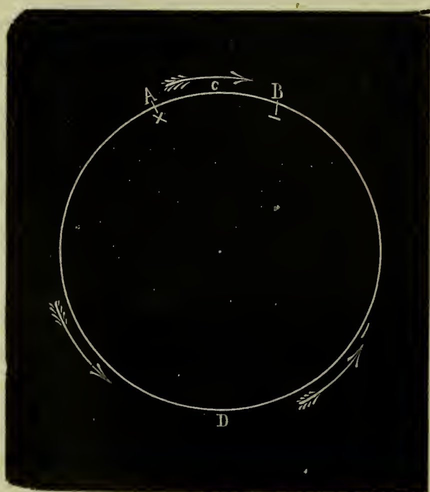


Fig. 33.

d'entrée des nerfs musculaires, mais ces courants se répandent bien plus facilement dans les autres parties du corps, et donnent lieu à des courants dérivés, souvent assez énergiques pour être manifestés par les personnes électrisées.

Les courants dérivés sont faciles à expliquer par la figure ci-jointe (fig. 33). Étant donné un circuit fermé ABCD, le pôle positif étant placé en A et le pôle négatif en B, le courant principal se fera dans le sens de ACB. Mais en même temps un autre courant se fera de A en B, suivant le trajet ADB ; ce dernier constitue le courant dérivé. On conçoit en même temps que plus A sera éloigné de B, plus le courant dérivé deviendra important ; il en sera encore ainsi si les résistances entre A et B viennent à augmenter.

Nous aurons à nous occuper de l'influence de ces courants dérivés lorsque nous parlerons de l'action de l'électricité sur le système nerveux. Notons seulement à présent qu'ils sont rendus évidents, surtout par les nerfs des sens. C'est ainsi qu'en plaçant un des pôles à la partie supérieure de la moelle, et l'autre sur la région lombaire, on obtient souvent une sensation métallique dans la bouche, des bourdonnements dans les oreilles, des phosphènes dus à l'excitation des nerfs optiques. Ces phénomènes sont dus évidemment à des courants dérivés qui viennent irriter les nerfs de la langue, de l'oreille et de l'œil. Le galvanomètre indique également très-nettement l'existence de ces courants dérivés. Nous les avons constatés plusieurs fois chez différents animaux tant à sang froid qu'à sang chaud. Voulant mesurer les différences de température que déterminent, dans les tissus, le passage des courants électriques, nous avons employé l'appareil thermo-électrique; nous enfoncions une des aiguilles dans le membre droit, l'autre dans le membre gauche. Nous espérions ainsi, dans les commencements, avoir de bonnes conditions pour mesurer les variations de température qui pourraient se produire du côté du membre électrisé.

Or, par ce procédé, en électrisant un seul membre, nous

obtenions une déviation de l'aiguille tellement prompte et tellement forte (même avec le galvanomètre spécial thermo-électrique qui est bien moins sensible aux courants électriques que le galvanomètre ordinaire), que nous avons assez promptement reconnu l'erreur de notre expérimentation, et que nous avons été obligés de changer les conditions de nos recherches.

Cette déviation de l'aiguille ne s'obtenait jamais comme conséquence de courants électriques, lorsqu'on employait, pour électriser un membre, des courants d'induction, même lorsque les pôles se trouvaient très-rapprochés de l'une des aiguilles thermo-électriques. En employant un galvanomètre ordinaire très-sensible, nous n'obtenions non plus aucune déviation de l'aiguille dans ces mêmes circonstances. Nous pouvons donc conclure de ces faits : que les courants d'induction ne donnent pas lieu dans l'organisme à des courants dérivés (1). Il en est tout autrement des courants continus ; ceux-ci déterminent constamment des courants dérivés. C'est ainsi qu'on obtient une déviation de 20 degrés du galvanomètre thermo-électrique due aux courants dérivés, en électrisant un des membres avec dix éléments Remak. Le courant centrifuge nous donnait une déviation qui semblait indiquer une augmentation de chaleur, et ce fait a beaucoup contribué à nous maintenir quelque temps dans l'erreur. Le courant centripète donnait une déviation à peu près identique comme grandeur, mais en sens inverse.

Si les pôles sont placés complétement en dehors des

(1) Il est certain qu'avec les instruments les plus délicats on n'obtient pas la preuve de l'existence des courants dérivés en se servant des courants d'induction ; on peut néanmoins admettre qu'ils existent, seulement ils seraient tellement rapides qu'ils ne peuvent être manifestés par le galvanomètre.

membres dans lesquels plongent les aiguilles thermo-électriques, mais toujours dans le corps du même animal, par exemple dans les deux membres antérieurs, lorsqu'on électrise un membre postérieur, il y a encore une déviation de l'aiguille due à la production de courants dérivés. — En employant le galvanomètre ordinaire au lieu du galvanomètre thermo-électrique et des fils de platine enfoncés directement dans une partie du corps, et communiquant avec le galvanomètre, on obtient encore des déviations très-grandes de l'aiguille. — Il est donc certain que les courants continus donnent lieu à des courants dérivés qui, dans certaines circonstances, peuvent déterminer des phénomènes sensibles.

Il y a plus. Voulant éviter l'erreur due à la déviation de l'aiguille du galvanomètre thermo-électrique, nous avons, pendant le passage du courant détaché, un des fils conducteurs du galvanomètre, et aussitôt après avoir supprimé le passage du courant, nous remettions les fils conducteurs en rapport avec le galvanomètre. Nous espérions ainsi obtenir les effets de température dus au passage du courant, effets qui durent quelque temps après la cessation de l'électrisation. En même temps nous voulions, par ce procédé, nous mettre à l'abri de l'influences des courants dérivés, puisque ceux-ci n'ont lieu que pendant le passage du courant. Or, dans ces conditions même, l'aiguille du galvanomètre est déviée par des courants électriques. Ces courants sont évidemment le résultat de phénomènes de polarisation, car ils sont *toujours en sens inverse* des courants qui sont manifestés pendant le passage des courants électriques ; ils font quelquefois dévier l'aiguille de 10 à 15 degrés, et la maintiennent pendant quelque temps au delà de zéro. Nous

sommes certains que cette déviation de l'aiguille est due à des courants électriques, car ils ont lieu très-rapidement, et en sens inverse de la direction du courant de la pile.

Sur les animaux morts depuis quelque temps, les courants dérivés et les courants de polarisation sont bien moins marqués.

Nous aurons, comme nous l'avons déjà dit, à revenir sur l'importance des courants dérivés et des courants de polarisation. (Voyez le chapitre sur le système nerveux.)

Pour compléter cette étude des phénomènes physiques de l'électricité dans les corps vivants, il nous resterait à parler des effets chimiques de l'électricité dans son passage à travers la substance organique. Mais cette étude, ainsi que celle de quelques autres propriétés des courants électriques, trouvera mieux sa place dans un des chapitres suivants.

DEUXIÈME PARTIE

ÉLECTRICITÉ ANIMALE ET ACTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES TISSUS.

CHAPITRE PREMIER

DE L'ORGANISME CONSIDÉRÉ COMME SOURCE D'ÉLECTRICITÉ.

Nous avons dit, dans un des chapitres précédents, que toute action chimique était accompagnée d'un dégagement d'électricité; il est donc naturel, de supposer, *à priori* que dans l'organisme vivant, il y a formation constante de courants électriques, puisqu'il est le siége d'un grand nombre de réactions chimiques. L'expérience confirme, en effet, cette déduction logique, et chose remarquable, ce sont même ces courants qui ont été découverts les premiers, et qui ont conduit à toutes les autres recherches sur l'électricité. C'est le courant propre de la grenouille découvert par Galvani, qui a provoqué tous les autres travaux entrepris depuis près d'un siècle, et ce fait est des plus curieux dans l'histoire des sciences, car c'est peut-être la seule fois que l'étude des lois physiques a été le résultat de la découverte de phénomènes physiologiques.

Des poissons électriques. — Nous n'avons pas à nous étendre sur les phénomènes électriques que présentent cer-

tains poissons, tels que la torpille, le gymnote, la silure et la raie. Ces animaux possèdent des appareils spéciaux, qui ont pour fonction la formation de courants électriques, dont les décharges sont sous la dépendance de la volonté. Lorsqu'on coupe les nerfs qui se rendent à ces organes, on paralyse la puissance électrique de la portion de l'organe où ses nerfs se rendent. Il en est de même si l'on empêche le sang d'arriver à ces organes.

Le fait important qui ressort de cette propriété de certains poissons, c'est que la substance organisée vivante peut donner lieu à des courants électriques assez énergiques, et que ces phénomènes cessent d'avoir lieu lorsque la circulation est empêchée. Donc, ce sont là des fonctions qui dépendent de conditions essentiellement vitales, et nous insistons sur ce point, que ces organes ne produisent des phénomènes électriques, que tant que la nutrition s'effectue.

L'organe électrique de ces animaux est composé d'un grand nombre de prismes d'une forme hexagonale, rangés parallèlement les uns à côté des autres comme les alvéoles d'un rayon de miel. Chaque prisme est divisé transversalement par des cloisons membraneuses très-rapprochées formant des cellules qui sont remplies d'une substance demi-fluide composée de gélatine et d'albumine.

« Malgré de grandes différences de position et de configuration extérieure, ces appareils, dit M. Gavarret (1), peuvent être tous ramenés à un même type fondamental. Partout, en effet, nous avons rencontré des lamelles organiques très-

(1) Gavarret, *Des poissons électriques* (*Le Progrès*, journal des sciences. Paris, 1858, t. II, p. 463). Voyez également Robin, *De la production d'électricité chez les poissons du genre des Raies*. (*Séances de l'Académie des sciences*. 24 juillet et 7 août 1865.)

multipliées, très-minces, gorgées de liquides, accolées de manière à former une *batterie* ou une *pile membraneuse.* Ces assemblages de membranes s'éloignent sans doute beaucoup des *piles ordinaires* composées de liquides, et de lames métalliques associées dans un ordre déterminé et dans lesquelles le courant électrique est produit par l'action chimique des liquides sur les métaux. Cependant il ne faudrait pas attacher une trop grande importance à ces différences de composition. Déjà Volta avait annoncé qu'avec trois liquides associés il serait possible de faire une véritable pile, et c'est à ce genre d'électro-moteur qu'il assimilait l'organe de la torpille. L'exactitude de cette belle prévision a été mise hors de toute contestation dans ces dernières années. Par une série d'expériences très-remarquables, L. Foucault a démontré qu'on peut former des *piles sans métal* à grand nombre d'éléments avec tous les liquides conducteurs qui ne se précipitent pas les uns les autres.

» Les appareils spéciaux des poissons électriques sont donc de véritables *piles hydro-électriques,* dont les éléments actifs sont des liquides hétérogènes mis en présence sur les surfaces des lames membraneuses....

» Quel est donc le rôle du système nerveux? Son influence n'est pas directe, car le courant développé est le résultat d'une réaction chimique que le système nerveux ne peut produire, et qu'il ne saurait empêcher lorsque les liquides actifs sont en présence. Ici, comme dans toutes les fonctions de la vie organique, le système nerveux agit comme un simple régulateur. Excité d'une manière quelconque, il se conduit dans l'organe électrique comme dans les glandes lacrymales et salivaires; au moment de l'excitation, une sécrétion abondante est produite. Mais dans le

cas actuel, les liquides échangés sont les éléments actifs d'une pile organique, et, une fois la charge produite, le développement d'électricité s'effectue, sans le concours du système nerveux, par le seul fait d'une réaction chimique.

» A l'appui de cette interprétation des phénomènes, il nous serait facile d'invoquer les effets produits par l'ingestion des sels de strychnine et de morphine. Sous l'influence de ces agents, le système nerveux est fortement perturbé et toute action régulatrice disparaît; cependant le développement d'électricité n'est pas arrêté; mais les organes, au lieu de fournir les décharges régulières et *volontaires*, donnent des décharges involontaires qui traduisent l'irrégularité de l'action nerveuse, épuisent l'animal, s'affaiblissent elles-mêmes graduellement et cessent quelques secondes après la mort. »

Nous aurons plusieurs fois à revenir sur ces résultats; notre but pour le moment n'est que de constater qu'il peut y avoir dégagement d'électricité dans l'action chimique déterminée par des substances organiques vivantes. Le fait est d'ailleurs la conséquence logique de ce principe général, que toute action chimique est accompagnée d'un dégagement d'électricité. L'expérience de M. Becquerel que nous avons déjà citée, et qui consiste dans la production de l'électricité par l'action chimique de deux dissolutions salines réunies par une mèche de coton, prouve surabondamment que la présence d'un métal n'est pas nécessaire.

De l'électricité développée dans les actions physiologiques.

Du courant propre de la grenouille. — Galvani est le premier qui ait démontré l'existence de l'électricité animale

dans la grenouille, en mettant en communication les nerfs et les muscles d'une grenouille au moyen d'un arc composé de deux métaux. Volta, en montrant que le contact de deux métaux donne un dégagement d'électricité, obligea Galvani à changer les conditions de son expérience et à n'employer qu'un seul métal pour mettre en communication le nerf et le muscle. Volta, attribuant encore dans ce cas l'électricité développée au contact de substances hétérogènes, Galvani et son neveu Aldini firent l'expérience suivante qui est fondamentale : après avoir détaché les nerfs lombaires de la colonne vertébrale, en conservant seulement une portion de celle-ci pour les maintenir à leur partie supérieure, on les soulève légèrement avec une tige isolante, et on les amène en contact avec la surface extérieure d'une des cuisses de la grenouille, et aussitôt la cuisse se contracte.

Ces mêmes faits furent plus tard confirmés et complétés par Humboldt et par Nobili, mais c'est surtout à Matteucci et à M. du Bois-Reymond que l'on doit les expériences les plus délicates sur ce sujet. Ils ont en même temps constaté que le courant propre de la grenouille n'est autre que le courant musculaire, et c'est par conséquent de ce dernier seul que nous devons nous occuper. Voici les conclusions de Matteucci : 1° le courant propre de la grenouille persiste dans sa direction et dans son intensité, sans la moelle épinière, sans les nerfs spinaux et cruraux ; 2° l'élément électro-moteur se réduit par conséquent aux muscles de la jambe et de la cuisse unis organiquement ; 3° quand on laisse à la grenouille préparée à la manière ordinaire sa moelle épinière, ses nerfs et ses ramifications dans les muscles, ces parties nerveuses agissent dans la production

du courant, comme le fait la substance musculaire de la cuisse.

Courant musculaire. — M. du Bois-Reymond, pour constater l'existence du courant musculaire, s'est servi d'un galvanomètre très-sensible et qui porte aujourd'hui son nom. On met ce galvanomètre en communication avec deux vases unis par deux coussinets de papier humide

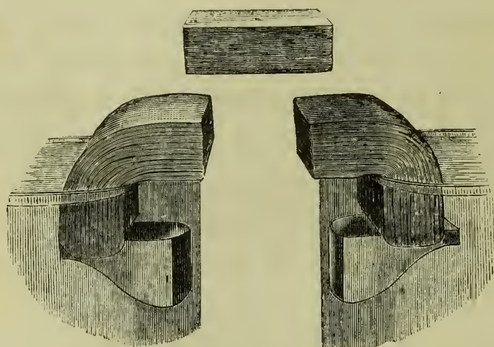


Fig. 34. — Vases conducteurs avec les coussinets de papier humide.

(fig. 34). On se servait autrefois de lames de platine aux extrémités de chacun des fils conducteurs du galvanomètre et d'eau légèrement salée. Mais cette disposition peut occasionner plusieurs erreurs, grâce surtout à la polarisation des lames de platine. M. J. Regnauld a eu l'ingénieuse idée d'employer, pour éviter les courants de polarisation, une dissolution concentrée de sulfate de zinc avec des électrodes en zinc amalgamé. De plus, on protége les parties animales contre l'action nuisible du sulfate de zinc par une couche d'argile humectée avec une dissolution de sel marin (1 de sel pour 100 d'eau).

Lorsqu'on place entre les deux coussinets ainsi disposés un muscle frais, on observe les faits suivants :

Si le muscle est placé entre les deux coussinets de manière à être en contact avec eux par ses deux extrémités tendineuses, on n'observe aucune déviation de l'aiguille du galvanomètre.

Si l'on dispose le muscle en un faisceau musculaire, de manière qu'un des coussinets soit en contact avec un point de la surface latérale du muscle, et l'autre avec une section transversale ou artificielle (fig. 35), on obtient une dévia-

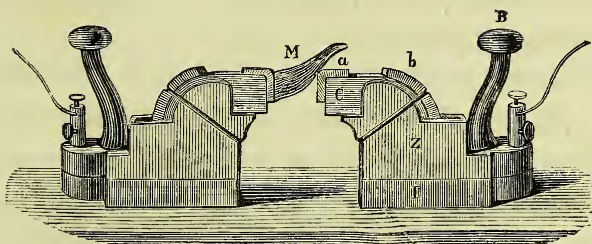


FIG. 35.

Vases conducteurs employés pour observer le courant musculaire ou nerveux.

tion de l'aiguille du galvanomètre qui indique un courant qui va dans le conducteur, de la section longitudinale à la section transversale.

Chaque point de la surface longitudinale d'un muscle est donc positif par rapport aux points de la surface transversale soit naturelle, soit artificielle.

Ce courant électrique peut encore être démontré par des décompositions électro-chimiques, en faisant agir ce courant sur une dissolution d'iodure d'amidon en présence de l'amidon. L'iode se sépare à l'électrode positive et y colore l'amidon en bleu. Enfin, on détermine des contractions dans une grenouille galvanoscopique, en mettant le nerf en contact avec les sections longitudinales et transversales d'un muscle.

On obtient encore des courants électriques par le contact avec le galvanomètre de deux points d'une même surface, pourvu que ces points ne soient point à égale distance de la section médiane. Dans ces cas, le pas le plus rapproché de la ligne médiane est positif par rapport aux points les plus éloignés (du Bois-Reymond).

Lorsqu'on fait une section transversale oblique, les points situés près de l'angle aigu se trouvent négatifs par rapport aux points situés près de l'angle obtus. On appelle ces courants *courants d'inclinaison*.

Les courants musculaires ont été constatés par Matteucci, sur des pigeons et des lapins ; M. du Bois-Reymond les a également constatés sur les muscles d'une jambe amputée d'un homme, sur le lapin, le cobaye, la souris, le moineau, le pigeon, le lézard, etc. Le courant s'affaiblit d'autant plus vite que l'animal est plus élevé dans l'échelle animale.

Quand on opère sur différents muscles, on trouve que le courant est d'autant plus intense que le muscle est destiné à agir plus fortement pendant la vie ; ainsi les muscles du cœur donnent un courant énergique, tandis que ceux des intestins n'en donnent qu'un très-faible.

Si l'on fait contracter un muscle pendant qu'il est placé entre les deux coussinets de l'appareil du Bois-Reymond, on constate que le courant musculaire s'affaiblit aussitôt d'une manière notable.

Ce changement dans l'état électrique des muscles peut déterminer des contractions dans une grenouille rhéoscopique. Si l'on électrise un nerf, comme cela est représenté figure 36, le changement moléculaire produit dans ce nerf amène une modification du même genre dans le nerf voisin

et une contraction du muscle, quoique ce nerf ne soit pas électrisé directement.

Ce phénomène découvert par Matteucci est connu sous le nom de *contraction induite*.

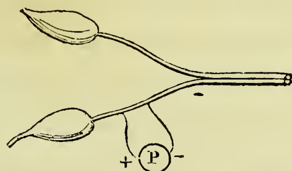


FIG. 36. — Disposition de l'expérience qui sert à démontrer la contraction induite.

M. du Bois-Reymond est même parvenu à constater l'existence du courant musculaire chez l'homme, sans mettre les muscles à nu. Voici en quoi consiste l'expérience : On plonge les doigts des deux mains dans deux vases pleins d'eau salée communiquant avec le galvanomètre par l'intermédiaire de deux lames de platine. Quand l'aiguille est fixe, on contracte aussi fortement que possible les muscles de l'un des bras, en ayant soin de ne pas remuer les doigts; on voit alors l'aiguille dévier, en indiquant constamment un courant dirigé dans le galvanomètre, du vase qui communique avec le bras non contracté, au vase opposé. Si donc l'on admet avec M. du Bois-Reymond qu'il existait avant la contraction dans les deux bras des courants égaux qui s'entre-détruisaient, on comprend que lorsqu'on contracte l'un des bras, il y ait une déviation de l'aiguille aimantée, puisque, comme nous l'avons dit plus haut, la contraction amène une diminution du courant musculaire.

Le courant musculaire actuel cheminait dans chacun des bras, de l'épaule vers la main. Chez la grenouille, le courant est dirigé d'une manière contraire, ce qui serait dû,

d'après M. du Bois-Reymond, à la disposition différente des muscles dans le bras de l'homme et dans les membres de la grenouille.

M. Becquerel a fait à l'expérience de M. du Bois-Reymond une objection très-sérieuse. Il explique la production du courant par une transpiration subite du membre contracté. Ayant contracté un de ses bras, et plongé les doigts dans les vases, quelques instants après que la contraction eut cessé, ce savant observa une déviation de l'aiguille. M. du Bois-Reymond explique ce résultat par la persistance, après la contraction, de la modification qu'éprouve le courant musculaire, car dans l'expérience ordinaire l'aiguille ne revient à zéro qu'avec une très-grande lenteur. De plus, M. du Bois-Reymond a constaté le même courant en mettant un vésicatoire sur les mains, et en éliminant ainsi l'influence de la sueur.

Du courant nerveux.— Nous avons, dans le paragraphe précédent, cité les conclusions de Matteucci, qui considérait les nerfs comme de simples conducteurs de l'électricité, participant à l'état électrique des points musculaires avec lesquels ils sont en contact.

M. du Bois-Reymond a réussi à démontrer qu'il existe des courants propres dans les nerfs comme dans les muscles. Ces courants sont dirigés également de la surface longitudinale à la surface transversale. Il est parfaitement indifférent pour la direction du courant que ce soit l'une ou l'autre des deux sections transversales.

Nous verrons plus loin la différence qu'occasionne sur le courant nerveux l'irritation du nerf par des courants continus et par des courants interrompus.

Avant d'étudier les théories des courants électriques des

muscles et des nerfs, nous croyons devoir ajouter quelques mots sur l'électricité végétale :

Electricité dans les végétaux. — MM. Becquerel, Pouillet et Wartmann ont observé des phénomènes électriques dans les végétaux. Le courant, dans une section de plantes ligneuses, se dirige de l'aubier vers l'écorce. L'écorce et l'aubier sont négatifs relativement au cœur de l'arbre. Les sucs descendants sont négatifs par rapport à ceux qui sont dans les feuilles.

M. Becquerel explique ces courants par la réaction de la séve riche en oxygène qui monte dans le ligneux, sur la séve qui descend dans le tissu cortical. La séve ascendante se comporte comme un acide à l'égard de l'autre.

Ces expériences et celles de M. Buff démontrent que les racines et toutes les parties internes des plantes qui sont remplies des sucs de la végétation sont négatives par rapport à la surface plus humide des feuilles, des fleurs, des fruits et des jeunes rameaux.

Si nous avons cité ces faits, c'est pour montrer que la substance organisée végétale est également la source de phénomènes électriques, et en même temps nous voyons dans les directions de ces courants une analogie remarquable avec celles des courants chez les animaux. Chez ceux-ci, en effet, les courants sont, comme pour les plantes, dirigés de la surface externe humide vers l'intérieur de l'élément anatomique. M. Becquerel, tout récemment, a également constaté des phénomènes électro-capillaires dans les végétaux.

De la production d'électricité dans les actions physiologiques. — Nous venons de voir que les tissus vivants, ou au moins certains d'entre eux, donnaient naissance à des cou-

rants électriques. Nous avons exposé les faits et nous avons laissé pressentir que ces faits nous forçaient à admettre que l'électricité ainsi produite avait une origine véritablement physiologique. Comme nous l'avons dit dès le commencement, nous croyons, avec plusieurs auteurs, que ces courants électriques sont le résultat de la nutrition, c'est-à-dire qu'ils sont la conséquence des actions chimiques qui ont lieu au sein de l'organisme.

Cependant plusieurs objections ont été faites aux expériences que nous avons citées. Une des plus importantes est celle qui attribue cette production d'électricité aux phénomènes chimiques qui ont lieu dans la substance musculaire ou nerveuse au contact de l'air. Tout récemment, M. Hermann a attribué à cette cause les courants électriques que l'on constate dans les muscles et dans les nerfs. La théorie de M. Hermann étant toute nouvelle et ayant eu beaucoup de retentissement en Allemagne, nous croyons devoir la faire connaître en entier (1).

M. Hermann admet que le muscle à l'état normal contient constamment une provision d'une certaine substance azotée, très-complexe, dissoute dans le contenu du muscle (plasma musculaire). Cette substance, appelée *inogène*, peut se décomposer et former de nouveaux produits, qui sont entre autres : l'acide carbonique, l'acide sarcolactique et un corps albuminoïde, qui se sépare d'abord sous forme gélatineuse et qui plus tard devient solide et constitue la myosine. Cette décomposition de l'inogène, ou cette scission, selon l'expression de M. Hermann, a lieu spontanément mais très-lentement à l'état de repos; elle se fait tout à coup sous

(1) *Untersuchungen über den stoffwechsel der Muskeln.* Berlin, 1867, et *Grundriss der Physiologie des Menchen.* Berlin, 1867, 2e édition.

l'influence d'excitants de la contractilité musculaire. L'état actif du muscle est dû précisément à cette scission rapide de l'inogène, et une fois que cette substance est épuisée, aucune activité musculaire n'est plus possible.

Cette substance n'a pas encore été isolée, parce que la moindre manipulation chimique la décompose. Au point de vue de sa composition, elle peut être placée à côté de l'hémoglobuline, car ce n'est qu'en se décomposant qu'elles donnent toutes deux une substance albuminoïde.

Dans les nerfs, il y aurait une substance analogue qui se décomposerait également très-rapidement, mais sans donner lieu à la formation de myosine.

Etant données ces considérations chimiques, M. Hermann pose les deux principes suivants :

1° Si dans une fibre nerveuse ou musculaire, il y a des points où la décomposition de cette substance fondamentale se fait plus rapidement qu'en d'autres points, les premiers possèdent par rapport à ces derniers une électricité négative, et les courants seront d'autant plus forts que la différence de décomposition est plus grande.

2° La décomposition qui a lieu dans les nerfs et dans les muscles est d'autant plus lente pendant l'état actif de ces tissus, qu'elle est plus rapide pendant leur état de repos.

La première proposition sert à expliquer pourquoi il se forme des courants électriques entre la surface horizontale d'un nerf ou d'un muscle, et la surface transversale artificielle, car la partie dénudée et exposée à l'air offre une vitesse de décomposition plus grande que la partie intacte ; aussi la section transversale est-elle négative par rapport à la section longitudinale qui est positive.

On peut de même expliquer les courants plus faibles entre deux points non symétriques de la section longitudinale, car le point le plus rapproché de la section transversale subit le premier la décomposition de l'inogène.

Dans une section transversale oblique, M. du Bois-Reymond a trouvé que l'angle aigu était négatif par rapport à l'angle obtus, et cela s'expliquerait, pour M. Hermann, parce que du côté de l'angle aigu il y a une plus grande masse musculaire qui subit plus rapidement la décomposition de l'inogène.

Enfin, pour les muscles intacts, lorsqu'on obtient un courant électrique, cela serait dû à une décomposition plus grande, pour une cause quelconque, en un point de ce muscle, qui serait toujours électrisé négativement. La cause la plus ordinaire de cette décomposition est la dénudation ; car les muscles, selon M. Hermann, ne donneraient aucun courant lorsque la peau est intacte.

Ordinairement la partie la moins épaisse d'un muscle fusiforme est négative par rapport à la partie plus épaisse ; car dans la partie la plus mince, toutes les fibres musculaires éprouvent plus rapidement l'influence nuisible de la dénudation. Ainsi, lorsque chez une grenouille, on enlève toute la peau d'une jambe, les muscles du mollet, qui sont moins gros que ceux de la cuisse, sont négatifs par rapport à ces derniers.

La seconde proposition explique pourquoi pendant la contraction d'un muscle ou pendant l'activité d'un nerf, le courant diminue et même indique une déviation négative.

D'un autre côté, les mêmes faits peuvent servir à expliquer l'état électro-tonique du nerf, car la vitesse de décomposition est plus rapide près du pôle négatif et dans

son voisinage que près du pôle positif, et c'est pour cette raison que les courants préexistants reçoivent une augmentation d'intensité quand le courant polarisant est dirigé dans le même sens.

Rappelons-nous bien ce que dit M. Hermann, que l'activité du muscle ou du nerf tient à la décomposition de l'inogène pour le muscle, et d'une substance analogue pour le nerf. Le mot décomposition est peut-être mal choisi, car il semble entraîner l'idée d'une altération, mais ici ce mot ne signifie qu'une décombinaison physiologique qui est la transformation chimique inhérente à la fonction. Donc, non-seulement la fonction entraîne forcément cette décombinaison, mais cette décombinaison, lorsqu'elle se fait par une cause quelconque, entraîne la fonction.

Dans l'état électro-tonique, M. Pflüger a constaté que l'excitabilité était plus grande près du pôle négatif et qu'elle était considérablement affaiblie près du pôle positif; or, comme d'après M. Hermann, on admet que c'est au pôle négatif que la décomposition est la plus rapide, il y aurait une relation étroite entre l'excitabilité et cette scission. C'est pour la même raison, que l'excitabilité est plus grande près de la surface transversale d'un nerf ou d'un muscle. Il y aurait donc excitation du nerf chaque fois que la décomposition se fait plus rapidement que l'instant d'avant, et la transmission de l'influx nerveux des centres aux muscles consisterait dans une accélération instantanée de cette décomposition le long du nerf.

Certes, cette théorie est ingénieuse, et elle offre à nos yeux un grand mérite, c'est qu'elle cherche à introduire en physiologie la recherche des modifications chimiques qui se font pendant l'état de repos et pendant l'état d'acti-

vité fonctionnelle; mais, comme le lui reproche M. du Bois-Reymond, elle est hypothétique et n'a été faite que pour expliquer les faits.

Sans nous étendre longuement sur les objections de M. du Bois-Reymond (*Extrait du rapport mensuel de l'Académie royale des sciences de Berlin*, 8 octobre 1867), nous en citerons les principales, dans lesquelles l'illustre physiologiste montre les contradictions de son adversaire. Il ne croit pas que l'on puisse expliquer, avec la théorie de M. Hermann, pourquoi les muscles plus gros donnent des courants électriques plus forts que des muscles plus minces, car la relation est la même, dans les deux cas, entre la décomposition de l'inogène en un point et son maintien en un autre point.

D'un autre côté, ce n'est pas seulement la section transversale artificielle du muscle qui est négative par rapport à la surface longitudinale, c'est également la section transversale naturelle représentée par le tendon, et dans ce cas il n'y a pas l'action directe de l'air. Et cependant, une membrane épaisse comme celle que forme le tendon devrait être plus protectrice que celle que forme la membrane mince qui recouvre la surface longitudinale du muscle. De plus, M. du Bois-Reymond a fait des expériences à ce point de vue. Il fait plusieurs sections transversales à des espaces de temps différents et en se rapprochant de l'équateur. Si le contact de l'air et par suite la décomposition de l'inogène est la cause des phénomènes électriques, il devrait trouver des différences dans les courants électriques qui se produisent, puisque la vitesse de décomposition n'est pas identique : or, l'expérience ne confirme nullement ces données. Pour les muscles de la jambe, M. Hermann admet que les muscles du mollet meurent avant ceux de la cuisse, mais

rien ne le prouve et au contraire le muscle gastro-cnémien est celui de tous les muscles qui conservent le plus longtemps ses propriétés vitales.

M. Hermann pose encore en fait général, que, pour les muscles intacts, l'extrémité la plus mince se comporte négativement vis-à-vis de la plus grosse. Mais pour le muscle couturier, par exemple, l'extrémité inférieure est positive par rapport à l'extrémité supérieure, qui est plus large. Il en est de même du demi-membraneux, dont l'extrémité la moins volumineuse est positive.

C'est surtout dans les courants d'inclinaison, que M. du Bois-Reymond trouve ses meilleurs arguments. M. Hermann prétend que la décomposition se fait plus vite à l'angle aigu d'une coupe transversale oblique. Il a d'ailleurs prouvé, au moyen du papier de tournesol, que le muscle devenait acide plus rapidement à l'angle aigu, et ce fait a été vérifié par M. du Bois-Reymond ; mais ce qui est contraire à la théorie de M. Hermann, c'est que si, par une disposition particulière, on peut rendre d'un instant à l'autre la coupe transversale droite ou oblique, les courants se modifient aussitôt ; dans la théorie de M. Hermann, une partie étant plus altérée, les courants devraient persister quelle que soit la forme de la section. De plus, une coupe transversale droite est toujours plus négative qu'une coupe transversale oblique, et c'est le contraire qui devrait avoir lieu dans la théorie de M. Hermann, puisque la surface exposée à l'air est plus grande.

Enfin, il est erroné d'admettre que l'on ne peut obtenir de courants électriques dans des membres non dénudés, car M. du Bois-Reymond les a constatés chez des grenouilles vivantes et intactes, en écartant les influences qui affaiblissent la couche parélectro-tonique, et dans ces cas les cou-

rants sont les mêmes qu'après la dénudation; celle-ci ne fait que les rendre plus intenses.

Mais il est une autre théorie, créée par M. du Bois-Reymond qui est très-hypothétique, c'est sa théorie des molécules péripolaires électriques, qui prétend non-seulement expliquer les phénomènes électriques, mais encore ceux de contraction musculaire et d'influx nerveux. M. du Bois-Reymond suppose que tous ces actes essentiellement vitaux sont dus à des modifications dans l'état électrique du muscle et du nerf. Nous insisterions bien plus longuement sur ces idées qui ont eu beaucoup de succès, mais qui nous semblent complétement erronées, si M. du Bois-Reymond lui-même n'avait avoué, assez récemment, qu'on ne pouvait plus admettre que la propagation de l'influx nerveux était due à des courants électriques: « Quant à la théorie de l'agent nerveux, maintenant que nous savons que cet agent se meut avec une vitesse dix fois moins grande que celle du son dans l'air, il est impossible d'essayer de le comparer au courant électrique tel qu'il circule sur un fil télégraphique, en supposant même qu'il fût démontré anatomiquement qu'il existe un circuit complet dans lequel ce courant puisse circuler. Ainsi, aux autres arguments contre cette théorie de l'agent nerveux, — que l'isolement physiologique des nerfs les uns des autres serait impossible à expliquer, — que l'effet de la ligature ou de la section du nerf et de la réunion de ses extrémités serait également obscure, — à ces arguments, quelque irrésistibles qu'ils soient en eux-mêmes, les recherches esquissées dans cette conférence ont ajouté des preuves corroboratives de la plus haute importance. Ce que nous avons appelé l'agent nerveux, si nous considérons sa vitesse si petite, est très-probablement quel-

que mouvement interne, peut-être même quelque changement chimique de la substance elle-même contenue dans les tubes nerveux, se propageant, selon mes recherches, en haut et en bas du point où l'équilibre a été rompu, et capable, en outre, d'un nombre presque infini de gradations et de variations, et d'un caractère si particulier que la structure nerveuse doit être dans un état parfait pour qu'elle puisse se transmettre. — Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que, quoique la théorie électrique de l'agent nerveux, dans le sens que nous avons indiqué, ne puisse plus être soutenue, il serait toutefois imprudent, au point où en est aujourd'hui cette question, de prétendre que l'électricité n'est pour rien et même qu'elle ne joue pas un rôle très-important dans le mécanisme intérieur des nerfs (1). »

Cependant ce n'est qu'à regret que M. du Bois-Reymond abandonne la théorie qu'il avait proposée autrefois pour l'explication des phénomènes nerveux et musculaires, car il ajoute plus loin qu'il n'est point impossible d'émettre sur l'agent nerveux une hypothèse électrique qui embrassât le nouveau caractère de cet agent, sa lenteur de transmission. Pour cela, il faut admettre les *molécules électromotrices,* au moyen desquelles M. du Bois-Reymond a essayé d'expliquer les effets électro-moteurs des nerfs, des muscles et des organes électriques; ces molécules seraient des petits centres d'action chimique, tous orientés de façon qu'ils tournent leurs côtés homologues du même côté, et qu'ils déterminent mutuellement leur position d'équilibre en agissant électriquement l'un sur l'autre. « Dans un

(1) Conférence de M. du Bois-Reymond à l'Institution royale de la Grande-Bretagne (*Revue des cours scientifiques*. Quatrième année, n° 3, 1867).

tel système, bien que l'électricité soit le lien de l'ensemble et le moyen de transmettre les actions, la vitesse de cette transmission serait indépendante de celle de l'électricité, et pourrait, comparée à elle, être presque nulle; elle pourrait, en un mot, être ce que la vitesse de transmission de l'agent nerveux est réellement (1). »

Dans tous les cas, cette manière de voir de M. du Bois-Reymond est purement hypothétique, et comme cette hypothèse n'a aucune utilité, nous ne voyons pas qu'il soit avantageux de la conserver.

Avouons franchement que tout ce que nous pouvons dire sur l'agent nerveux, c'est qu'il est constitué par un mouvement moléculaire qui se propage dans les tubes nerveux, mais qu'il nous est impossible de préciser de quelle nature est ce mouvement.

Tout en admettant l'existence des courants électriques dans les nerfs, les changements que subissent ces courants chaque fois que l'agent nerveux est mis en action, et l'extrême sensibilité des nerfs pour l'électricité, nous croyons nécessaire de nous borner à l'étude de ces faits et à leur importance en thérapeutique, sans chercher à les faire rentrer dans une loi générale, qui, dans ce cas, n'est qu'une hypothèse. C'est une erreur de croire que tous les phénomènes vitaux peuvent se réduire à des lois physiques; la matière vivante a ses propriétés spéciales, et par conséquent des lois propres. Identifier l'agent nerveux et l'agent électrique, nous paraît être une idée aussi erronée que de vouloir identifier la contractilité et l'élasticité. La neurilité et la contractilité sont en effet les propriétés caractéristiques et spéciales de la matière vivante.

(1) *Loc. cit.*

CHAPITRE II.

DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-CAPILLAIRES. — DÉCOUVERTES DE M. BECQUEREL

Courants électro-capillaires.

Nous venons de résumer l'historique et les principales théories qui se rattachent à l'origine des courants électriques dans l'organisme humain. Cette étude vient récemment d'entrer dans une voie toute nouvelle, grâce aux travaux de M. Becquerel et à sa découverte fondamentale des courants électro-capillaires. Sans entrer dans tous les détails de cette question, nous allons en exposer les faits principaux et les conséquences importantes qui se rattachent à l'électro-physiologie (1).

Voici le principe posé par M. Becquerel : deux dissolutions de nature différente, conductrices de l'électricité, séparées par une membrane organique ou par un espace capillaire, constituent un circuit électro-chimique pouvant donner lieu à des effets chimiques.

En séparant des dissolutions métalliques par un tube de

(1) Voy. *Mémoires de l'Académie des sciences* depuis 1867. M. Becquerel y a publié neuf mémoires sur les *Phénomènes électro-capillaires*. Le dernier de ces mémoires (du moins jusqu'à ce jour) a été lu à l'Académie des sciences dans le mois de février 1870.

verre dans lequel on a fait une légère fissure ou par du papier à dialyse, M. Becquerel est arrivé à réduire facilement le platine, l'or, l'argent, le cuivre, l'étain, le plomb, le cobalt, le nickel, etc.

Il résulte de là que des circuits électro-chimiques peuvent exister dans la nature organique sans l'intervention d'aucun métal. Il suffit, en effet, de la présence de deux liquides séparés par des espaces capillaires ou des membranes pour constituer de véritables circuits.

Voilà comment est constitué le couple électro-capillaire: la paroi en contact avec le liquide qui se comporte comme acide est le pôle négatif, et la paroi opposée le pôle positif; les parois des espaces capillaires se comportent comme des conducteurs solides de l'électricité, fait démontré par M. Edmond Becquerel.

Les courants électro-capillaires opèrent encore des effets mécaniques d'une grande importance, et l'on sait, en effet, qu'il y a un double courant allant du pôle positif au pôle négatif, et du pôle négatif au pôle positif; mais ce dernier est bien faible. Aussi, en décomposant avec la pile de l'eau renfermée dans un vase partagé en deux compartiments au moyen d'une membrane, le niveau s'élève dans la case négative. De plus, l'électricité positive a plus de force que l'électricité négative pour vaincre les obstacles.

Si maintenant nous considérons les divers éléments anatomiques, cellules, tubes, globules et leurs rapports avec les liquides de l'organisme, nous trouvons presque pour tous le principe du couple électro-capillaire, c'est-à-dire des liquides ou des substances semi-liquides, séparés les uns des autres par une membrane. Il existe donc dans le corps un nombre incalculable de couples électro-capillaires don-

nant lieu, dans le même tissu, à des courants qui agissent sans interruption pendant la vie et quelque temps après la mort.

M. Becquerel a d'abord recherché si l'oxydation qui s'opère au contact de l'air et des muscles, et autres tissus, quand ils ne sont plus vivants, est indépendante ou non de leur organisation, et si elle a des rapports avec celle qui se produit dans les corps vivants par l'intermédiaire du sang artériel.

Cette première série d'expériences a démontré : 1° qu'un muscle intact mis en contact avec l'oxygène respire de même que lorsqu'il est en présence du sang, mais les résultats ne sont pas identiquement les mêmes ; 2° que, lorsque le muscle est désorganisé et réduit en pâte très-fine, il consomme une quantité d'oxygène double de ce qui est consommé par un muscle intact de même poids.

Or, pour le muscle intact comme pour le muscle réduit en pâte, si l'on met une lame de platine à l'extérieur du muscle, et l'autre à l'intérieur, on obtient une déviation de l'aiguille du galvanomètre qui indique que le courant va de l'intérieur à l'extérieur, c'est-à-dire que la surface extérieure est positive et la surface intérieure négative. Comme la partie extérieure est en contact avec l'air extérieur, et par conséquent plus oxydable, il est à présumer que c'est là une des causes qui déterminent le courant musculaire de l'intérieur à l'extérieur; il en est de même dans l'animal vivant, ou du moins quand les muscles sont mis en contact avec l'air par une préparation préalable.

D'autres expériences de M. Becquerel, sur l'absorption des gaz par les os et les tendons, lui ont également démontré que ces tissus respiraient comme les muscles. Comme

M. Hermann, M. Becquerel admet que l'origine des courants électriques dans les muscles est due à une cause chimique. L'expérience sur des muscles réduits en pâte le démontre d'une manière évidente, mais à ces preuves M. Becquerel ajoute encore celles d'autres faits découverts par lui. Si, sur des muscles plongés dans l'azote ou l'hydrogène, on a d'abord un courant allant de l'intérieur du muscle à l'extérieur, au bout de quelque temps le courant diminue, devient nul, et enfin se manifeste en sens inverse. Ce renversement est dû probablement à la différence d'oxydation des parties du muscle, car la partie intérieure du muscle renferme encore de l'oxygène, et des parties oxydables, lorsque la surface est déjà complétement altérée; la partie intérieure devient alors acide par rapport à la partie externe.

Les os, comme les muscles et les nerfs, donnent lieu à un courant électrique. Celui-ci est remarquable par l'intensité et la durée de la force électro-motrice.

La force électro-motrice du courant osseux a été étudiée par M. Becquerel, à l'aide de la méthode dite *par opposition*, et en employant des couples spéciaux inventés par Edm. Becquerel. Cette force est environ moitié de celle du couple à sulfate de cuivre; elle est constante pendant quelque temps, et elle augmente ensuite peu à peu, à mesure que l'eau distillée dans laquelle plonge l'os se charge de matières organiques qui, en se décomposant, rendent l'eau acide. On peut ainsi construire une pile qui marche pendant plusieurs semaines.

M. Becquerel a également cherché la force électromotrice entre le sang artériel et le sang veineux. Il a trouvé qu'elle est égale à 0,57, celle d'un couple à acide nitrique

étant 100. La force électro-motrice de la sérosité des muscles est représentée par 0,3, celle du couple à acide nitrique étant 100. Il existe donc une suite innombrable de courants électro-capillaires entre le sang et les liquides musculaires.

Quelles sont les actions électro-chimiques résultant du fonctionnement de ces innombrables couples électro-capillaires? Dans le sang artériel, l'oxygène est fixé dans l'hématosine, par une affinité capillaire. La face des capillaires en contact avec le sang artériel est le pôle négatif, et celle opposée contiguë aux sérosités, le pôle positif d'un couple. « Les courants électriques, suivant leur intensité, pouvant vaincre toutes les affinités, même l'affinité capillaire, il en résulte que l'oxygène, par l'effet du courant électro-capillaire agissant comme force chimique, est déposé sur la paroi positive en dehors des capillaires et les globules qui sont électro-positifs sur la paroi négative de l'intérieur; l'oxygène peut réagir alors sur les matières combustibles des liquides ambiants, avec production de gaz acide carbonique qui rentre dans les capillaires par l'action du courant agissant comme force mécanique à l'égard des composés électro-positifs dissous. »

Ces recherches de M. Becquerel donnent des phénomènes qui se passent dans les capillaires, la seule explication satisfaisante. On comprend, en effet, difficilement que les seules lois d'endosmose et de diffusion puissent rendre compte de la rapidité des échanges liquides et gazeux qui se font entre les capillaires et les tissus contigus. Comment d'ailleurs se fait-il que dans un cas (grande circulation), l'oxygène qui a tant d'affinité pour les globules du sang, quitte les globules, et que le sang revienne dans les veines chargé d'acide carbonique? Dans un autre cas (circulation pulmonaire), le sang arrivant

aux poumons, se débarrasse rapidement de son acide carbonique et prend de l'oxygène. M. Becquerel n'a cherché qu'à expliquer les phénomènes électro-capillaires qui se passent dans les capillaires des tissus, mais sa théorie est tout aussi exacte pour les capillaires des poumons. Seulement, dans ce dernier cas, le phénomène est inverse, c'est l'acide carbonique qui est expulsé, et c'est l'oxygène qui rentre dans le sang des vaisseaux efférents; mais aussi, l'électricité des parois a également changé de parois. L'oxygène, en effet, au lieu d'être du côté de la surface interne, comme pour les capillaires des tissus, est pour les capillaires du poumon du côté de la surface externe; les phénomènes d'échange et de transport matériel doivent donc être, comme cela a lieu, inverses dans les deux cas.

Il faut bien remarquer que tous les phénomènes d'échange de gaz et de liquides se font dans l'organisme avec une rapidité telle qu'il est impossible de les expliquer par le seul fait de l'endosmose, qui d'ailleurs est accompagnée de phénomènes électriques et qui est augmentée dans de notables proportions par les courants. Sans l'intervention des phénomènes électro-capillaires, il est réellement impossible d'expliquer l'introduction de l'acide carbonique dans les capillaires. Pour les vaisseaux des poumons, on peut prétendre que l'oxygène a beaucoup d'affinité pour les globules et que l'acide carbonique n'en a pas; mais pour les capillaires des tissus, comment se fait-il que l'acide carbonique, qui a si peu d'affinité pour les globules, vienne s'y déposer et pénètre même dans des vaisseaux où la tension est plus élevée que dans les tissus d'où il provient?

D'un autre côté, plusieurs expériences prouvent que l'oxygène qui se trouve dans le sang qui revient des poumons

s'y trouve à l'état d'ozone. Et comment y serait-il sous cette forme, s'il n'avait éprouvé dans les capillaires l'influence de courants électriques?

Une autre conséquence des courants électro-capillaires résulte de ce que les parois des tissus qui servent d'électrodes aux couples électro-capillaires, sont elles-mêmes soumises aux actions électro-chimiques; elles éprouvent donc des effets de décomposition et de recomposition, et les principes élémentaires des organes sont ainsi sans cesse renouvelés.

En résumé, les tendons, les artères, les veines, les nerfs (1), les os et tous les tissus donnent des courants dans le même sens et dans les mêmes conditions, et ces courants, comme le prouvent tous les faits que nous venons d'exposer, ont une origine chimique et ne proviennent nullement d'une organisation électrique des muscles et des nerfs.

Les courants électro-capillaires sont les seuls dont l'existence soit bien constatée jusqu'ici. Ils sont produits dans les corps vivants partout où il y a deux liquides différents séparés par une membrane cellulaire. C'est probablement à des actions de ce genre qu'est due l'électricité développée dans les appareils spéciaux de certains poissons.

Enfin, dans les effets chimiques des courants électriques, on observe un phénomène remarquable qu'on appelle *cémentation*, et qui consiste en une action moléculaire en vertu de laquelle des éléments de différente nature sont

(1) M. Becquerel a également trouvé qu'il existe un courant électrique entre la substance blanche et la substance grise dans la moelle et dans l'encéphale. Le courant est dirigé de la substance blanche à la substance grise.

introduits dans l'intérieur des corps, tandis que d'autres sont expulsés, et cela sans que le corps perde sa forme. M. Becquerel a réussi à obtenir plusieurs transformations de ce genre, à l'aide de courants voltaïques très-faibles, mais longtemps prolongés. Ce qu'il y a de particulier dans cet ordre de phénomènes, c'est que l'effet ne se produit pas seulement à la surface, mais qu'il y a pénétration inter-moléculaire et substitution d'un métal à l'autre sans altération de forme extérieure.

N'est-ce pas là ce qui a lieu en grande partie pour les corps organiques? Les éléments anatomiques, fibres musculaires, cellules nerveuses, etc., éprouvent constamment des changements moléculaires dans toutes leurs parties; mais la forme extérieure reste toujours la même. Certes, et nous l'avons déjà dit souvent, l'électricité n'est point la cause première de ces transformations moléculaires ; mais d'un autre côté, elle est plus qu'un simple phénomène accessoire, car si les combinaisons chimiques des tissus vivants ne sont pas l'effet des courants électriques il est incontestable qu'ils donnent naissance à des courants électriques et que ceux-ci à leur tour influent sur ces combinaisons chimiques. Que de faits tirés des phénomènes journaliers montrent que, même pour les corps inorganiques, il y a toujours une relation intime entre la production d'un courant et l'action chimique ! Le fer et la fonte s'altèrent d'autant plus vite qu'il y a déjà quelques points oxydés sur leur surface. Il en est de même pour le plomb, dès qu'il est en contact avec un métal inoxydable. Pour les corps organiques, ces relations sont encore plus grandes, et même il devient difficile de définir très-exactement ce qui est cause et ce qui effet. La chaleur animale, par exemple, est bien

le résultat des oxydations qui ont lieu dans les tissus vivants, mais on peut dire tout aussi exactement qu'elle est cause des changements moléculaires qui se font pendant la vie. N'est-ce pas elle qui met en activité les combinaisons qui accompagnent l'éclosion de l'œuf? n'est-ce pas elle encore qui, en maintenant un certain milieu, permet aux organes de fonctionner et y favorise les modifications moléculaires?

Il en est de même des phénomènes électriques. Le raisonnement et l'expérience ont démontré que les combinaisons chimiques qui se font dans tous les tissus vivants engendrent des courants électriques, et cela non-seulement dans les muscles et les nerfs, mais dans tous les éléments du corps, partout en un mot où il y a échange de matière.

C'est pour cette raison que les courants agissent si énergiquement sur la nutrition même des parties profondes, et le professeur Niemeyer, quoique peu enthousiaste, les regarde « *comme un moyen plus puissant que n'importe quel autre pour modifier les conditions nutritives des parties situées dans la profondeur* ».

Nier que des courants électriques sont formés dans tous les tissus et qu'ils concourent à la nutrition, c'est tomber dans une exagération plus grande peut-être que celle des médecins qui veulent faire dépendre tous les phénomènes vitaux de courants électriques. Les uns auraient tout aussi raison de soutenir que les combinaisons organiques ne donnent lieu à aucun dégagement de chaleur, et les autres que l'influx nerveux, sa propagation, son action sur les muscles, etc., ne sont autre chose qu'un phénomène de chaleur.

Cette assimilation, sous certains rapports, de la chaleur et des courants électriques, nous montre comment on peut

considérer d'une manière générale les effets de l'électricité sur les corps vivants. L'un et l'autre de ces agents sont le résultat de la nutrition des tissus; et tous deux, agissant du dehors, soit par le milieu ambiant pour la chaleur, soit par une introduction directe pour l'électricité, augmentent l'énergie vitale et excitent tous les organes. D'un autre côté, leur action inopportune, trop longtemps prolongée ou trop grande, épuise et tue.

La plupart des médicaments n'ont d'ailleurs d'autre but que de limiter la nutrition, ou de l'exagérer ; de détruire les agents trop actifs de l'oxydation, ou d'introduire dans l'organisme des substances oxydantes. De même, les courants électriques doivent être appliqués selon les cas, pour augmenter ou modérer les actes vitaux. Leur effet est plus rapide et plus énergique que celui produit par n'importe quel autre agent, par cela seul que, sur tous les corps, ils ont une action bien plus puissante. Un courant très-faible parvient à faire ou à défaire des combinaisons sur lesquelles la température la plus élevée n'a aucune influence, et lorsqu'on songe à la quantité incommensurable de couples électro-capillaires qui existent dans l'organisme, on peut dire sans exagération que de tous les agents, l'électricité est celui qui agit le plus constamment et le plus énergiquement sur les phénomènes de nutrition.

CHAPITRE III.

DES EFFETS PHYSIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES CORPS VIVANTS

Les courants électriques, en traversant les tissus vivants, agissent de deux façons bien distinctes. Ils provoquent d'une part des changements dus aux propriétés mêmes des courants électriques, et d'une autre part ils agissent indirectement en mettant en jeu les propriétés inhérentes aux tissus qu'ils parcourent. La première action est purement physique, elle est le résultat du passage de l'électricité dans un corps quelconque. Sans vouloir nous aventurer dans la discussion de la nature des phénomènes électriques, et rechercher si l'électricité est une forme du mouvement de l'éther, nous pouvons cependant constater que le passage de l'électricité dans un corps conducteur a pour conséquence un changement moléculaire de ce corps, qui, sous cette influence, acquiert des propriétés nouvelles. Si le corps traversé est un corps simple, un métal, par exemple, les phénomènes consécutifs au passage de l'électricité sont purement physiques; si le corps au contraire est un corps composé, le résultat est déjà plus complexe, le changement moléculaire

déterminé par le passage de l'électricité suscite en même temps des décompositions ou des combinaisons nouvelles, et aux phénomènes physiques viennent s'ajouter des phénomènes chimiques. Dans les tissus vivants, qui ont leur activité propre, l'influence des courants électriques est encore plus compliquée, car non-seulement les changements physiques et chimiques existent toujours, mais le jeu normal des molécules organiques se trouve modifié.

Nous croyons utile d'étudier séparément ces différentes actions, afin de bien déterminer, dans les phénomènes qui accompagnent le passage de courants électriques dans les tissus vivants, ceux qui appartiennent aux courants électriques mêmes, et ceux qui résultent de l'excitation qu'éprouvent les tissus.

I. — Les phénomènes physiques de l'électricité sont la lumière, la chaleur et le transport mécanique des corps.

En traversant les tissus vivants, l'électricité ne produit aucun phénomène de lumière, et cela est tellement évident, d'après les lois physiques, qu'il serait oiseux d'insister sur ce point.

Cependant la lumière électrique a quelques applications en médecine. C'est ainsi que M. le docteur Millot a cherché à l'employer pour éclairer, pour ainsi dire, l'intérieur du corps. Ses recherches ne sont point encore terminées, mais dans certaines conditions, comme nous l'avons constaté nous-mêmes, on peut par ce procédé distinguer certaines formes des organes internes.

Son appareil consiste dans un tube épais de verre où sont renfermés les deux pôles d'une forte pile. Il introduit ce tube en verre dans les ouvertures naturelles du corps, dans le rectum, par exemple, et l'appareil une fois placé, il fait

circuler le courant qui produit une vive lumière. Dans les cas favorables on peut alors apercevoir la place et la forme des organes, tels que la matrice, les intestins, etc.

M. Milliot a également employé la lumière électrique pour éclairer les régions que l'on examine au moyens de spéculums. C'est surtout pour l'examen de l'arrière-gorge et du larynx que cette lumière offre de grands avantages, et qu'elle sera d'une grande utilité pour les médecins.

II. — Il se produit un dégagement de chaleur dans tout conducteur qui, tout en transmettant un courant, présente quelque résistance à son passage. Les tissus vivants étant des corps mauvais conducteurs, se trouvent naturellement dans ce cas. Nous avons essayé de constater ces effets, et nous avons d'abord employé pour cette étude un appareil thermo-électrique. Nous espérions, d'après nos premiers essais, avoir trouvé des résultats assez marqués, mais nous reconnûmes bientôt notre erreur, car les déviations de l'aiguille du galvanomètre étaient dues à des courants électriques, et non à des changements de température. Cette cause d'erreur étant toujours à craindre dans des expériences de ce genre, malgré toutes les précautions que l'on peut prendre, nous eûmes recours à des thermomètres très-sensibles. M. Walferdin voulut bien mettre à notre disposition des thermomètres qui accusent plus d'un centième de degré; mais, même avec ces appareils, nous n'avons pas pu constater, d'une manière bien exacte, des différences de température dues au passage de courants électriques (1). Les conditions, d'ailleurs, dans lesquelles on est

(1) Que M. Walferdin nous permette de lui témoigner ici toute notre reconnaissance pour l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu mettre ses instruments à notre disposition et nous aider dans nos recherches.

placé, sont très-mauvaises pour qu'on puisse évaluer si le passage d'un courant élève la température par cela seul que les tissus sont mauvais conducteurs. D'abord, les tissus sont toujours imprégnés de liquides, ce qui rend les changements de température moins considérables, et, d'un autre côté, sur les tissus vivants, on détermine constamment du côté des muscles ou de la circulation des effets physiologiques qui sont accompagnés de chaleur ; même sur les tissus morts on provoque des décompositions chimiques, de sorte que l'on ne sait jamais ce que l'on doit attribuer à la seule influence du passage de l'électricité.

La chaleur développée par le passage d'un courant électrique, dans un corps purement conducteur, tel qu'un fil de platine, est utilisée en chirurgie.

C'est Middeldorpf (de Breslau) qui a le plus contribué à l'extension de cette méthode opératoire, qui, à une époque, a eu beaucoup de vogue. Nous ne pouvons insister longuement sur les opérations pratiquées par la galvano-caustique, car l'électricité, dans ces cas, n'agit pas sur les tissus comme électricité, mais uniquement par la chaleur qu'elle détermine. C'est donc un moyen plus ou moins avantageux d'employer le cautère actuel, mais dans lequel les courants électriques n'ont aucune action propre.

Les appareils sont constitués par deux parties fondamentales : 1° une pile ; 2° un cautère (fig. 37), consistant en fils de platine, reliés aux pôles de la pile en A et B et en un manche isolant M. Nous renvoyons le lecteur aux mémoires publiés par M. Broca sur ce sujet, et au chapitre Galvano-caustie de son *Traité des tumeurs*, Paris, 1866. Nous ne mentionnerons ici qu'un procédé que nous avons vu employer par M. Verneuil à l'hôpital de Lariboisière, et

qui lui a rendu de grands services dans la cure médicale des hémorrhoïdes.

Au lieu de pratiquer l'ablation des tumeurs hémorroïdaires à la racine, avec l'anse coupante, M. Verneuil se contente de les ponctionner avec le cautère aigu formé d'un simple

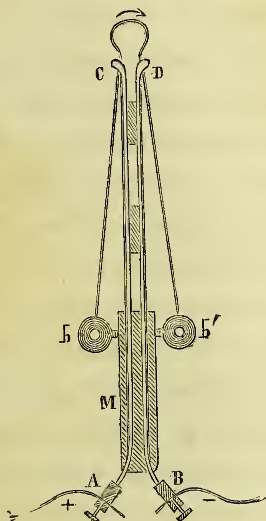


Fig. 37. — Appareil employé pour pratiquer la cautérisation à l'aide d'un fil rougi par le courant.

fil de platine plié sur lui-même de manière à former une anse dont les deux côtés sont très-rapprochés, au lieu de former une anse large et arrondie, comme dans la figure ci-jointe. Le fil passé au rouge simple est plongé lentement au centre des bosselures et enfoncé à une profondeur qui varie entre 7 à 8 millimètres et 1 à 2 centimètres.

Si la bosselure est petite, du volume d'une noisette, par exemple, une seule ponction suffit. Mais pour les tumeurs plus grosses, on peut appliquer ainsi deux, trois ou un plus

grand nombre de pointes de feu, en les distançant de 2 centimètres en moyenne.

Pour les bourrelets circulaires les plus volumineux, vingt ponctures sont ordinairement suffisantes. Grâce à la précision et à la lenteur qu'on peut mettre en usage, on proportionne exactement l'action du cautère au volume et à l'épaisseur des tumeurs. Quelques gouttelettes de sang s'écoulent à peine. Le cautère galvanique exerce une action très-limitée. La muqueuse n'est point détruite, et tandis que le tissu vasculaire devient le siége d'une phlébite curative, la peau de la marge de l'anus et la muqueuse rectale sont à peine intéressées. On n'a donc pas de rétrécissements consécutifs à redouter.

Les eschares coniques se détachent en huit ou dix jours, et progressivement on voit diminuer la massetotale, de façon que la guérison est d'ordinaire complète au bout d'un mois.

Le procédé précédent est appliqué depuis longtemps pour les tumeurs érectiles, mais avec le fer rouge, qui agit avec beaucoup moins de précision et dont il est plus difficile de mesurer l'action. L'opération pour les bourrelets les plus volumineux ne dure guère plus de quatre à cinq minutes, ce qui constitue un avantage sérieux sur l'écrasement linéaire, méthode si précieuse d'ailleurs.

Deux des malades de M. Verneuil ont refusé l'anesthésie et ont supporté très-bravement la cautérisation sans se plaindre; l'un d'eux, médecin étranger distingué, a déclaré qu'une application d'acide nitrique faite antérieurement était bien plus douloureuse.

M. Verneuil a jusqu'ici employé six fois ce procédé sans le plus petit accident, et avec le succès le plus complet.

III. — Les phénomènes de transport d'un pôle à l'autre

sont utiles à connaître en médecine, car ils trouvent de nombreuses applications. On sait que l'on admet que le courant va du pôle positif au pôle négatif. Ce qu'il y a de certain, c'est que des particules matérielles sont transportées du pôle positif au pôle négatif, comme cela est, par exemple, très-manifeste dans les charbons que l'on emploie dans la lumière électrique.

Nous ne voulons pas mentionner dans ce paragraphe l'emploi de l'électricité pour l'extraction des métaux proposé par M. Pœy ; ni d'autres transports de substances à l'un ou l'autre pôle d'une pile, car ces phénomènes dépendent surtout d'actions chimiques. Mais nous insisterons avec quelques détails sur les faits suivants, que nous avons vérifiés plusieurs fois, et qui nous semblent importants en médecine.

Dutrochet avait déjà parfaitement vu que les courants électriques augmentaient les phénomènes d'endosmose. Voilà l'expérience la plus simple : on prépare l'endosmomètre comme d'ordinaire, c'est-à-dire, que l'on plonge dans un vase rempli d'eau un tube rempli d'eau gommée et fermé à une de ses extrémités par une membrane animale, ou par du papier-parchemin.

Dans les conditions ordinaires, on voit le niveau de l'eau gommée s'élever peu à peu par l'introduction de l'eau dans le tube. Si l'on place le pôle positif dans l'eau pure et le pôle négatif dans l'eau gommée, les phénomènes d'endosmose se font plus vite, et le niveau dans le tube s'élève rapidement. Cette expérience a été faite la première fois par Porret.

Mais au contraire, si l'on met le pôle positif dans l'eau gommée et le pôle négatif dans l'eau pure, le niveau, loin

de s'élever dans le tube, baisse dans une assez forte proportion. Les lois de l'endosmose sont donc complétement renversées par l'influence du courant électrique.

Pour bien constater ces phénomènes, nous avons fait les expériences suivantes :

Nous avons pris trois vases remplis d'eau pure, et dans chacun d'eux nous avons plongé un tube rempli d'eau gommée et fermé à sa partie inférieure par une membrane formée par du papier-parchemin. Dans le premier tube nous mettions un des pôles, et le vase dans lequel il plongeait était mis en communication avec le second vase par un fil métallique. Ce second vase communiquait par un autre fil métallique avec le troisième vase dans l'endosmomètre duquel se trouvait l'autre pôle. Le courant électrique passait ainsi par les trois vases et par les endosmomètres. Un quatrième vase, muni d'un endosmomètre identique, était placé à côté, mais sans qu'on y fît passer de courants électriques, afin que l'on pût bien constater l'action normale et les différences dues au passage des courants.

Toujours et cela proportionnellement à l'intensité du courant et au temps d'application, le niveau s'élevait du côté du pôle négatif et descendait du côté du pôle positif.

Donc, contrairement aux lois de l'endosmose, le niveau baissait dans le liquide plus dense, ce qui est une preuve bien évidente de cette action de transport des courants électriques du pôle positif au pôle négatif.

Le vase intermédiaire ne présentait aucune différence et le niveau s'élevait dans cet endosmomètre dans les mêmes proportions que dans l'endosmomètre normal. Peut-être, cependant, existait-il une légère différence en faveur de l'endosmomètre parcouru par les courants.

En renversant la position des liquides, l'effet inverse se produisait, c'est-à-dire qu'en mettant le liquide le plus dense dans le vase, et l'autre dans le tube endosmotique, on obtenait dans l'endosmomètre normal et dans celui qui unissait les deux extrêmes une descente, plus ou moins prononcée. Dans le tube au contraire où plongeait le pôle positif, la descente était le double, le triple et plus, de celle qui avait lieu dans les conditions ordinaires. Dans le tube, où se trouvait le pôle négatif, le niveau, au lieu de baisser, s'élevait de plusieurs millimètres.

Enfin, en employant le même liquide des deux côtés de la membrane endosmotique, afin de n'avoir plus de phénomène d'endosmose, on obtient toujours une élévation de niveau du côté du pôle négatif et un abaissement du côté du pôle positif. Dans ce cas, l'abaissement est plus considérable et l'élévation moins considérable que lorsque l'on agit sur des liquides d'inégale densité, et que les pôles sont plongés dans le liquide le plus dense.

Nous avons employé pour ces recherches 12 à 14 éléments Remak et des éléments au sulfate de plomb. La durée d'action était de 20 à 24 heures.

Voici quelques chiffres. En une heure et demie, avec trente petits éléments sulfate de plomb, le niveau monte du côté du pôle négatif de 18 millimètres. Dans le vase intermédiaire, le niveau monte de 1 millimètre, et dans l'endosmomètre où se trouve le pôle positif, le niveau descend de 4 millimètres. Le tube étant renflé à sa partie inférieure, la partie endosmotique a 30 millimètres de diamètre, et le tube 6 millimètres de diamètre.

Avec la même disposition d'appareil et en employant dix éléments Remak, pendant 20 heures, le niveau s'élève du

côté de l'électrode négatif de 70 millimètres, et il baisse de 23 millimètres du côté du pôle positif. Dans le vase intermédiaire, le niveau s'élève de 14 millimètres, et dans un quatrième endosmomètre, par lequel ne passe aucun courant, le niveau monte dans le même temps de 12 millimètres.

Il nous a paru très-important de rechercher, dans ces mêmes conditions, l'influence des courants induits. L'extra-courant seul, et cela se comprend, car seul il est orienté, nous a donné des phénomènes un peu analogues. Avec des courants très-forts, et dont nous prolongions l'action au delà de vingt-quatre heures, c'est à peine cependant si nous parvenions à constater une différence entre les deux pôles.

Nous pouvons résumer ces expériences dans le tableau suivant.

	Endosmomètre normal (sans influence électrique).	COURANTS CONTINUS.		EXTRA-COURANT.		Courants induits de premier ordre.
		Pôle positif dans endosmomètre.	Pôle négatif dans endosmomètre.	Pôle positif dans endosmomètre.	Pôle négatif dans endosmomètre.	
Solution de gomme dans l'endosmomètre. Eau dans le vase extérieur.	Le niveau monte.	Le niveau baisse.	Le niveau monte beaucoup plus.	Le niveau monte, mais peut-être un peu moins que normalement.	Le niveau monte, mais peut-être un peu plus que normalement.	Le niveau monte comme normalement.
Solution de gomme dans le vase extérieur. Eau dans l'endosmomètre.	Baisse.	Baisse plus fort.	Monte.	Baisse ; légère différence avec normal ?	Baisse ; légère différence avec normal ?	Baisse.
Eau dans le vase extérieur et dans l'endosmomètre.	Rien.	Baisse.	Monte.	Rien ?	Rien ?	Rien.

Au lieu d'employer des tubes séparés par du papier à

endosmose, nous avons fait les mêmes expériences avec des œufs dont nous cassions la coque près de la chambre à air, et dont nous maintenions intacte la membrane propre de l'œuf. Nous avons obtenu les mêmes résultats, seulement, dans ce cas, la coagulation de l'albumine présente de grands inconvénients.

Évidemment, dans tous ces faits, il y a plus qu'une simple action physique, il y a encore une action chimique énergique, mais, au point de vue médical, il est d'une importance capitale de connaître cette action des courants électriques. Dans ces phénomènes, d'ailleurs, nous voyons déjà une différence très-tranchée entre les courants continus et les courants induits. Les uns ont une action de transport tellement considérable qu'elle s'effectue même contrairement aux lois de l'endosmose. Les autres, au contraire, n'ont, au moins *dans les conditions où ils sont employés en thérapeutique*, aucune influence de ce genre.

C'est sur ce principe que Remak se fondait lorsqu'il conseillait de mettre le pôle positif sur les parties œdématiées, et le pôle négatif plus haut sur des parties saines. Certes, l'idée est logique, et en effet, ce mode d'application donne de très-bons résultats, mais comme nous l'avons dit plus haut, dans les tissus vivants les phénomènes sont toujours plus compliqués. Nous avons observé, dans des expériences sur la circulation, que les vaisseaux se resserraient près du pôle positif, et qu'au contraire ils se dilataient près du pôle négatif, et cette action purement physiologique contribue pour une grande partie à faire disparaître le gonflement et à entraîner les humeurs qui rendent les tissus plus ou moins œdémateux.

L'influence dans ces cas serait donc due à deux actions,

l'une purement physique et l'autre vitale, mais toutes deux, loin de se nuire, s'ajoutent au contraire.

Lorsque le sang dans les vaisseaux est complétement soustrait au cœur et à l'action de la contractilité artérielle, on peut y déterminer pendant quelque temps des mouvements de translation qui ont toujours lieu du pôle positif au pôle négatif. Nous avons observé au microscope, sur des capillaires appartenant à des tissus fraîchement séparés de l'animal, des mouvements de ce genre. Le sang, avant sa coagulation, étant immobile dans les vaisseaux, on aperçoit, au moment où l'on applique les pôles, la circulation reprendre quelques instants avec assez d'énergie, et le courant sanguin est toujours dirigé vers le pôle négatif.

Sur la peau dénudée par deux petits vésicatoires, on place d'un côté le pôle positif de vingt éléments Remak, et sur l'autre le pôle négatif. Dix minutes après l'électrisation, la plaie en contact avec le pôle positif était sèche, tandis qu'il s'était formé une nouvelle ampoule assez considérable du côté du pôle négatif.

Une expérience un peu analogue a été faite par Alexandre de Humboldt en 1795, sur lui-même. Il se fit appliquer sur la région des deux omoplates deux vésicatoires. En perçant les phlyctènes, le liquide séreux qui s'en écoula était incolore, mais ayant fait recouvrir la plaie droite d'une mince plaque d'argent, dès que le conducteur du pôle zinc fut mis en contact avec cette plaque, il ressentit une cuisson très-douloureuse, qui fut suivie d'un nouvel écoulement de liquide. Au grand étonnement des assistants, ce liquide présenta au bout de quelques secondes une coloration rougeâtre, et dans les endroits du dos où il s'écoulait, il se formait sous son passage des raies bleues rougeâtres. La plaie

du côté gauche contenait, par contre, un liquide tout à fait incolore.

Cette expérience nous montre en même temps l'influence du courant voltaïque sur la circulation, car « les raies bleues rougeâtres » ne sont autre chose que les vaisseaux sanguins tuméfiés. D'ailleurs, de même que dans les phénomènes physiques de transport d'un pôle à un autre, il est difficile de démontrer qu'il existe un effet mécanique particulier différent de l'effet électrolytique chimique; de même, pour les tissus vivants, il est impossible de bien séparer ce qui est dû à la seule action physique du courant, de celle qui résulte de l'augmentation de la circulation aux points d'application des électrodes.

IV. — A côté de ces phénomènes physiques, il en est encore quelques autres dont les propriétés ont été utilisées en médecine.

C'est ainsi que, dans certains cas, on a proposé d'employer les aimants pour attirer au dehors des corps étrangers métalliques fixés dans les tissus. On peut également, au moyen des courants électriques, reconnaître si une balle, par exemple, est restée dans les organes, et tout récemment M. Trouvé a fabriqué un petit appareil spécial pour cet usage.

Cet appareil, destiné à révéler la présence des corps étrangers enfoncés dans les tissus du corps humain, est fondé sur les principes suivants :

1° Sur la bonne conductibilité des métaux ;

2° Sur un fait expérimental, démontrant que tout liquide intercalé dans le circuit d'un courant l'affaiblit assez pour ne pouvoir mettre en mouvement un électro-trembleur.

Il comprend trois parties distinctes :

1° Une sonde exploratrice;

2° Un appareil révélateur muni d'un ou plusieurs stylets, flexibles ou non;

3° Une pile.

1° La sonde (fig. 2 de la fig. 38) est une canule à mandrin mousse, que le trocart remplace quand la plaie est fermée.

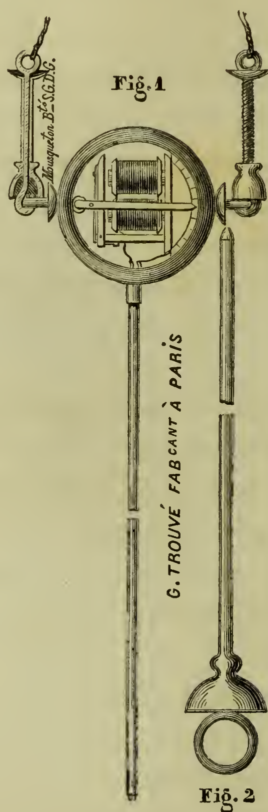


Fig. 38.

2° L'appareil révélateur (fig. 1 de la fig. 38), semblable à une petite montre à doubles glaces transparentes, contient, dans son intérieur, un électro-aimant extrêmement petit,

avec un trembleur d'une construction toute spéciale qui lui permet de résister à tous les chocs; à son extérieur, deux anneaux servant à fixer, à l'aide de deux petits mousquetons créés dans ce but, les cordons de la pile.

Le stylet se compose de deux tiges d'acier très-aiguës et isolées entre elles, qui sont renfermées dans un tube dont les pointes le dépassent de quelques millimètres.

Ce stylet, en s'ajustant à frottement au révélateur qu'il complète, communique directement avec le circuit de la pile et de l'électro-aimant.

Dans ces conditions, il suffira qu'un corps métallique soit en contact avec les pointes pour faire entrer le trembleur en mouvement.

3° La pile (fig. 39) est toute semblable à celle qui fait le

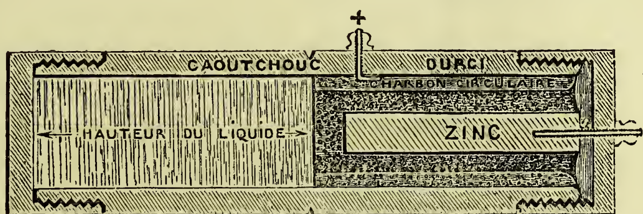


Fig. 39.

complément de la trousse électro-médicale de M. Trouvé.

Elle est formée d'un couple zinc et charbon renfermés dans un étui de caoutchouc durci, fermant hermétiquement.

Le zinc et le charbon n'occupent que la moitié de l'étui; l'autre moitié est occupée par le liquide excitateur (1) (sulfate acide de mercure).

(1) Cette disposition permet aux gaz qui pourraient se produire de se loger dans la partie vide et évite ainsi toute fuite, qui autrement auraient lieu, vu le peu de compressibilité du liquide.

Tant que l'étui conserve sa position ordinaire, le sommet, le fond en bas, l'élément ne plonge pas dans le liquide ; il n'y a ni production d'électricité, ni dépense par conséquent.

Mais dès que l'étui est renversé ou placé horizontalement, le courant naît et se continue tant que le liquide excitateur n'est pas épuisé.

A l'aide des mousquetons, on fixe les cordons aux anneaux du révélateur ; puis, après une exploration faite avec la sonde exploratrice, munie du mandrin mousse, et une fois le corps trouvé, on retire le mandrin et l'on y introduit à la place le stylet porteur de l'appareil révélateur.

Si le corps en présence est un métal, comme nous l'avons dit plus haut, il ferme le circuit et le trembleur entre aussitôt en mouvement.

On peut même, avec un peu d'habitude, distinguer les métaux entre eux, c'est-à-dire le plomb du fer, et ce dernier du cuivre, en faisant doucement osciller l'appareil.

Le plomb se reconnaît facilement :

1° A la marche régulière du trembleur, malgré l'oscillation ;

2° A la résistance qu'on éprouve pour faire tourner l'appareil sur lui-même, les deux pointes du stylet pénétrant dans la masse.

Contrairement à ce dernier, le fer et le cuivre, étant plus durs, décèlent leur présence :

1° Par la marche saccadée du trembleur ;

2° Par le glissement des pointes.

M. Trouvé, pour distinguer l'un de l'autre ces deux corps, utilise leurs propriétés opposées, magnétiques et diamagnétiques.

Pour cela, il emploie une petite boussole très-sensible, suspendue au cadran, qu'on approche de la plaie et qui se dévie lorsque le corps étranger est du fer.

Une sonde et un stylet flexibles, ainsi que deux aiguilles à acupuncture, accompagnent l'appareil.

La sonde et le stylet sont spécialement destinés aux trajets sinueux dont ils conservent la forme; les aiguilles à l'exploration des organes les plus essentiels à la vie.

En résumé, cet ingénieux appareil, vu son petit volume et son poids total de 70 grammes, appelé à rendre de grands services à la chirurgie, indique à coup sûr la présence dans les tissus d'un corps quelconque métallique ou non; sa nature, plomb, cuivre, fer, pierre, bois, la direction qu'il a suivie, sa profondeur, et cela que la plaie soit ouverte ou fermée, que le corps soit nu ou enveloppé, etc.

CHAPITRE IV

EFFETS CHIMIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES CORPS VIVANTS.

I. — Les actions chimiques que produisent les courants électriques consistent principalement dans des décompositions. Ces décompositions dépendent du nombre et de la grandeur des éléments de la pile, et elles sont soumises à des lois découvertes par Faraday.

Les substances organiques sont décomposées par les courants, et l'on peut ainsi en séparer les principes immédiats. Sur une feuille de laurier, Davy, en faisant passer un courant très-énergique, trouva de l'acide cyanhydrique au pôle positif et un mélange de chaux, de résine et de matière colorante verte au pôle négatif. MM. Couerbe et Pelletier ont pu séparer ainsi la morphine d'une dissolution d'opium. Sur des muscles détachés du corps et soumis pendant plusieurs jours à un fort courant, on obtient du côté de l'électrode positive des acides sulfurique, phosphorique, chlorhydrique et azotique, et du côté du pôle négatif des alcalis, de la potasse, de la soude, de l'ammoniaque.

Les courants électriques, en traversant les substances organiques, décomposent donc les sels qui s'y trouvent selon les lois ordinaires de l'électro-chimie. Cette action a été

utilisée en chirurgie surtout. On peut, en effet, et cela se conçoit à priori, au moyen de courants assez énergiques, décomposer les sels qui se trouvent dans les tissus, et obtenir au pôle positif une cautérisation due aux acides qui viennent s'y rendre, et au pôle négatif une cautérisation faite par les acalis. Le fait est facile à constater, et l'on observe ainsi du côté de l'électrode positive une eschare rougissant le papier de tournesol, et offrant tous les caractères de la cautérisation par les acides; à l'électrode négative, l'eschare est molle et bleuit le papier de tournesol. La mollesse de cette eschare peut être quelquefois (très-rarement) le point de départ d'hémorrhagie ; c'est ainsi que sur un pigeon dans l'encéphale duquel nous avions fait pénétrer deux aiguilles, et fait passer un courant pendant dix minutes, nous avons constaté après la mort, qui eut lieu trois heures après l'électrisation, que l'animal avait succombé à une hémorrhagie qui avait eu lieu près de l'eschare du pôle négatif. L'eschare produite par le pôle positif était au contraire sèche et exsangue.

L'électrolysation a été employée en chirurgie dans plusieurs occasions, et c'est M. Ciniselli qui, le premier, a appelé l'attention sur ce procédé ; il l'a employé dans un grand nombre d'opérations et presque toujours avec succès.

Il faut surtout recourir à la cautérisation électro-chimique, dans les cas où les autres agents ne peuvent être employés avec autant d'avantage, comme cela a lieu pour des tumeurs vasculaires, ou pour des polypes situés à l'intérieur des organes. La cautérisation électrolytique est un moyen puissant de destruction, et de plus, le chirurgien peut en limiter l'action à son gré. MM. Mallez et Tripier

l'ont utilisé pour la guérison des rétrécissements de l'urèthre. M. Nélaton a montré l'utilité et le mode d'emploi de cette méthode, dans l'électrolysation des polypes naso-pharyngiens, et dans une note présentée à l'Académie des sciences, M. Nélaton conclut ainsi : « Une tumeur volumineuse, très-vasculaire, donnant lieu à des hémorrhagies au moindre contact, située profondément dans le pharynx et les fosses nasales, tumeur qui avait été attaquée sans succès par les agents les plus énergiques, a été détruite en six séances, par l'implantation de deux électrodes dans sa masse. Cette opération a été faite sans effusion de sang, et n'a provoqué chez le sujet qu'une douleur facilement supportée. On n'a pas eu à constater de retentissement fâcheux sur l'encéphale; enfin la destruction a pu être circonscrite dans les limites que l'opérateur s'était imposées. »

Ajoutons encore une remarque utile à rappeler aux médecins : une des lois des décompositions électro-chimiques nous apprend que la quantité de substance décomposée est proportionnelle à la quantité d'électricité qui passe dans un temps donné.

D'après cette loi, les décompositions des tissus obtenues par l'électrolyse sont les mêmes, que les extrémités des électrodes soient simples ou composées de plusieurs parties. C'est ainsi, comme nous l'avons expérimenté, que si trois ou quatre aiguilles implantées dans les chairs et communiquant toutes avec le même pôle donnent chacune, au bout de cinq minutes, une eschare d'un centimètre carré, une seule aiguille donnera pendant le même temps une eschare de 3 ou 4 centimètres carrés. Il n'y a donc nul avantage, au moins au point de vue de la quantité de substance dé-

composée, à employer un grand nombre d'aiguilles communiquant avec le même pôle.

II. — Il faut se rappeler, d'un autre côté, que dans les décompositions électrolytiques, les éléments séparés apparaissent seulement à la surface des électrodes. L'expérience suivante, faite par Davy, démontre ce fait d'une manière très-nette. Trois vases étant réunis deux à deux par une mèche de coton imbibée d'eau, on met dans le premier vase une dissolution d'un sel neutre alcalin, et dans les deux autres de l'eau distillée. Le liquide des trois vases est coloré avec du sirop de violettes. Dès que le courant est établi, la liqueur se colore en vert près du pôle négatif et en rouge près du pôle positif, ce qui montre que la base du sel s'est rendue à l'électrode négative, et l'acide à l'électrode positive. Le liquide qui se trouve dans le vase intermédiaire ne change pas de couleur, quoiqu'il ait dû être traversé par l'acide ou la base, selon la disposition des pôles dans les vases extrêmes.

Nous avons essayé de profiter de ce transport des éléments à la surface des électrodes, pour augmenter l'énergie des cautérisations électrolytiques. Il est évident que si l'on introduit dans le courant un sel, tel que l'iodure de potassium, l'iode ira au pôle positif et la potasse au pôle négatif, où chacun de ces corps cautérisera les tissus ambiants. Si donc, au lieu d'appliquer un des pôles directement sur l'épiderme, on le met ne contact avec une solution d'iodure de potassium qui servira à transmettre le courant, il y aura, dans ce cas, décomposition de l'iodure de potassium et l'iode ira au pôle positif. C'est en effet ce que nous avons obtenu sur différents animaux, et nous avons pu constater la présence de l'iode au moyen de l'eau amidonnée. Dans

d'autres expériences, nous avons observé des phénomènes analogues; en imbibant des éponges avec une solution d'azotate de potasse, et en se servant de ces éponges comme électrodes négatives, nous avons pu constater, et par la vue, et très-facilement par l'odeur, un dégagement assez abondant d'acide azotique près du fil de platine qui communiquait avec le pôle positif de la pile. Ce fil de platine était introduit sous la peau à 10 centimètres de l'électrode négative.

III. — Pour démontrer que la cautérisation est due à la seule présence d'acides ou d'alcalis aux environs des pôles, nous avons placé près du pôle positif du carbonate de soude, et près du pôle négatif un acide faible, tel que l'acide tartrique. Dans ces conditions, il y a bien un léger changement dans la transparence des tissus, mais il ne se forme plus d'eschare. Au point de vue chimique, les eschares produites par l'électrolyse sont donc dues uniquement aux acides et aux alcalis qui se forment aux électrodes, et seraient obtenues également en employant directement un acide ou une base.

Mais, en même temps que les courants électriques produisent des décompositions aux deux pôles, ils agissent physiologiquement sur les tissus qu'ils traversent, et si les eschares ne présentent aucun caractère qui ne puisse être obtenu tout aussi bien par d'autres acides ou d'autres alcalis, il faut reconnaître, avec M. Ciniselli, « que les effets chimiques du courant électrique ne se limitent pas à la cautérisation, mais qu'ils s'étendent à l'intérieur des tissus; que la diminution des tissus pathologiques traités par la galvano-caustique chimique n'est pas proportionnée à la destruction matérielle opérée; qu'elle est toujours plus

grande et continue encore quelque temps après la chute des eschares. »

M. Scoutetten a également observé que dans le traitement de l'hydrocèle par l'électrolyse, il disparaissait plus de liquide qu'il n'en était décomposé par le courant. Une partie, et la plus grande, est donc résorbée, et comme les courants électriques ont une grande influence sur la circulation et sur les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, il n'y a rien d'étonnant que leur action ne se borne pas aux seules décompositions apparentes.

IV. — La décomposition des sels métalliques et le transport des éléments aux électrodes, ont été utilisés par M. Poey pour extraire du corps les substances métalliques qui se trouvent dans l'organisme. Mais quoique théoriquement cette application soit juste, il est impossible de l'employer en pratique. On ne songe pas à la petite quantité métallique qui se trouve dans le corps, soit dans l'intoxication saturnine, soit dans l'intoxication mercurielle. Pour amener ces corps hors de l'organisme, il faudrait employer un courant d'une intensité telle qu'il serait impossible à supporter. D'ailleurs, le métal le plus répandu dans l'économie animale, le fer, serait également amené au dehors, et le remède serait ainsi pire que le mal. MM. Pélikan et Sawilief de Saint-Pétersbourg, qui se sont beaucoup occupés de ce sujet, nient complétement ce transport des métaux hors de l'organisme.

Cette action des courants électriques pourrait être utilisée en médecine légale dans les empoisonnements métalliques. Nous avons fait quelques recherches à ce sujet, mais l'expérience la plus saisissante pour montrer l'influence électro-chimique est celle que donne la décomposition de

l'iodure de potassium. Soit qu'on le prenne à l'intérieur, ou qu'on en injecte une solution sous la peau, on constate au bout de quelques minutes, sur toutes les régions du corps, la présence de l'iode au pôle positif. Sur un rat, par exemple, presque aussitôt après avoir injecté sous la peau quelques gouttes d'une solution d'iodure de potassium, nous fîmes passer un courant de 15 éléments Remak, et dans toutes les parties du corps près du pôle positif l'eau amidonnée bleuissait par la formation d'iode. La coloration était d'autant plus rapide et plus prononcée que les pôles étaient plus rapprochés ou placés dans une région très-vasculaire; sur la queue, par exemple, il fallait plus longtemps pour qu'elle apparût. Il est donc évident qu'un sel introduit dans l'organisme peut être décelé et décomposé par les courants électriques, mais plusieurs conditions et surtout la solubilité des sels amènent de grandes différences.

V. — Les courants électriques, en traversant le sang, en déterminent la coagulation à l'électrode positive. Il en est de même pour tous les corps albuminoïdes. Cette propriété a été utilisée par Pétrequin pour le traitement des anévrysmes. Nous n'avons pas à indiquer le mode opératoire, mais l'expérience a montré que pour coaguler le sang dans le sac anévrysmal, il faut rechercher la tension du courant et non son intensité. M. Ciniselli, qui a fait une étude complète de ce sujet (*De la galvano-puncture dans le traitement des anévrysmes de l'aorte thoracique*), conseille d'employer toujours la pile de Volta ou d'autres analogues, c'est-à-dire des couples petits et sans trop d'intensité : « La pile de Volta, dit-il, appliquée trente fois dans vingt et un anévrysmes, donna quatorze guérisons et sept insuccès : dans cinq de ceux-ci il survint l'inflammation et la gangrène du

sac anévrysmal. Dans ces cas, les couples qui composaient la pile avaient une grande surface, et leur nombre fut porté à 60 et jusqu'à 80, de sorte que le courant donnait de vives étincelles; la tension était au delà de ce qui est nécessaire pour obtenir la coagulation du sang. Les piles de Wollaston, de Bunsen, de Daniel, de Smée, appliquées vingt-huit fois dans dix-neuf anévrysmes, donnèrent huit guérisons et quatre insuccès; onze des opérés ont subi des accidents graves, auxquels cinq ont succombé, et dans deux la maladie resta aggravée. » (*Gazette des hôpitaux*, 8 avril 1869.)

TROISIÈME PARTIE

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET CLINIQUES

CHAPITRE PREMIER

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA CIRCULATION

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES.

L'étude des phénomènes de la circulation et des modifications qu'y déterminent les différents agents, nous paraît être la base fondamentale des recherches thérapeutiques. La plus ou moins grande quantité de sang dans un tissu, ses variations de tension et de mouvement, sont la cause première et souvent la seule cause des troubles pathologiques, et les médicaments les plus utiles et les plus efficaces sont ceux qui agissent sur les phénomènes circulatoires. Mais si cette étude est utile au point de vue thérapeutique, elle ne peut être faite d'une manière exacte qu'en s'appuyant sur les faits physiologiques, et dans ce cas, plus que dans tout autre, la méthode expérimentale seule peut nous guider et nous éclairer. C'est pour cela que nous croyons devoir nous étendre sur ce sujet, au risque même

de nous laisser entraîner hors de la question spéciale de l'influence des courants électriques sur la circulation.

Nous aurions peut-être dû remettre ce chapitre après celui où nous étudions l'action de l'électricité sur les fibres lisses, mais nous croyons qu'il eût été difficile de comprendre l'influence des courants électriques sur le système nerveux et sur le système musculaire, sans avoir déjà une connaissance exacte de cette influence sur la circulation. D'ailleurs, dans ce chapitre, nous examinerons surtout les questions de détail et les faits physiologiques, nous réservant d'indiquer les principes généraux en étudiant l'action de toutes les fibres lisses.

On peut distinguer pour les fibres-cellules que renferment les vaisseaux, comme pour toutes les fibres musculaires : la contration, la contracture et la paralysie. Dans les fibres striées, la contraction offre toujours le même type, elle se fait en masse et spasmodiquement. Dans les fibres lisses, au contraire, la contraction présente deux états, celui de contraction d'ensemble ou spasmodique, et celui de contraction lente, sucessive, ou vermiculaire. Jusqu'à présent, et surtout dans ces dernières années, on n'a reconnu aux muscles des artérioles que la première forme de contraction. On admet en effet que les fibres musculaires que renferment les parois des vaisseaux sanguins ont pour unique but de s'opposer, par leur contraction en masse, à la progression du sang, et ne servent en rien à aider le cours du sang dans les parties périphériques. Autrefois cependant, des physiologistes avaient admis, théoriquement il est vrai, que l'action de ces fibres musculaires avait surtout pour résultat de faciliter le cours du sang, mais aujourd'hui ce rôle leur est complétement refusé, et c'est justement cette dernière

opinion, trop exclusive à notre avis, dont nous avons cherché à démontrer l'erreur.

Lorsque, sur un animal, on coupe les filets du grand sympathique qui se rendent à une partie du corps, on détermine une paralysie des fibres musculaires des vaisseaux sanguins ; de là une dilatation de ces vaisseaux, un plus grand afflux de sang et une élévation de température. L'excitation de ces mêmes filets du sympathique, au moyen de courants d'induction, détermine une contraction spasmodique de ces fibres musculaires ; par suite un resserrement de ces vaisseaux dont les parois deviennent rigides, une diminution dans la quantité de sang qui arrive, la pâleur et le refroidissement des parties.

Entre ces deux phénomènes, si opposés et si nets, il y a des états intermédiaires dans lesquels on ne saurait admettre ni l'une ni l'autre cause. De plus, dans un grand nombre de cas, on voit la rougeur de la peau et la vascularisation succéder non plus à une paralysie des fibres musculaires, mais bien à une excitation. Pour ne citer dans ce moment que les exemples les plus communs, ne voit-on pas la lumière et une chaleur modérée augmenter la circulation? et cependant il est difficile d'admettre que ces agents aient une action paralysante.

Nous ferons remarquer qu'il est rare de voir les fibres musculaires lisses avoir des contractions spasmodiques; car, tandis que les fibres musculaires striées se contractent en masse et n'ont qu'une contraction passagère, les fibres lisses ont une action moins prompte qui s'effectue avec moins d'ensemble, mais avec plus de continuité. Si nous rapprochons les parois des vaisseaux sanguins de celles de l'intestin qui, toutes deux, renferment des fibres musculaires

identiques, nous pouvons présumer que, hormis certains cas exceptionnels, l'action physiologique de ces fibres est continue et vermiculaire, et que, par conséquent, elle facilite la progression des liquides qui s'y trouvent renfermés.

Ce n'est point là une simple hypothèse fondée sur l'analogie anatomique; cette contraction péristaltique des vaisseaux peut être observée chez certains animaux et même chez l'homme.

Sur les annélides, on voit parfaitement la contraction de l'artère principale être progressive.

En employant un fort grossissement, on voit assez nettement, sur la membrane interdigitale d'une grenouille, le calibre des artères changer d'un instant à l'autre; à une dilatation succède un resserrement relatif, et *vice versâ*; il est vrai que la dilatation correspond à une pulsation cardiaque et c'est ce qui rend l'action propre de l'artère difficile à apercevoir. L'ondée sanguine produit donc de proche en proche, sur le trajet des artères, des dilatations ampullaires qui mettent en jeu non-seulement les éléments élastiques (1), mais les élements musculaires qui entrent en contraction après avoir été distendus et qui réagissent sur le sang pour le faire progresser dans le sens où il rencontre moins de résistance. Il suffit que les contractions des artérioles soient progressives et qu'elles aient lieu sans devenir spasmodiques et sans obturer la lumière du vaisseau.

(1) Non-seulement le cœur, par ses contractions, imprime au sang artériel son cours centrifuge, mais les grosses artères viennent encore ajouter à cette action par leur élasticité; l'élasticité, d'ailleurs, est une force purement passive et par cela d'autant plus précieuse, qu'elle agit constamment, avec la même intensité, sans qu'aucun trouble organique puisse influer sur elle.

On peut voir chez l'homme même une contraction péristaltique des artères. Lorsque l'artère centrale de la rétine est obturée par un caillot, on voit, à l'aide de l'ophthalmoscope, les artérioles qui établissent une circulation collatérale avoir des mouvements péristaltiques très-marqués. Ce phénomène est d'autant plus remarquable que l'oblitération de l'artère principale montre immédiatement la relation qu'il y a entre la plus grande quantité de sang que doivent amener les autres artères et les mouvements péristaltiques qu'elles possèdent. Il y a certes peu de faits aussi concluants que celui-ci pour démontrer l'influence de la contractilité des artères sur le cours du sang.

Notons que ces contractions propres des parois vasculaires, qui sont d'autant plus fortes que ces parois sont plus riches en muscles, peuvent être aisément constatées à l'œil nu sur l'oreille du lapin, sur certains vaisseaux de l'anguille, sur les veines caves près du cœur, etc.

Ajoutons encore que, si les fibres-cellules des artères servaient uniquement à modérer le cours du sang, on les trouverait surtout dans les points où la circulation est plus directement soumise à l'influence du cœur, et l'on sait que c'est précisément le contraire. Ce sont les artères éloignées du cœur qui présentent la plus grande richesse musculaire, ce sont celles où le courant marche contre les lois de la pesanteur, comme à la tête par exemple, ou encore dans celles où l'action du cœur devient presque nulle, comme pour les vaisseaux ombilicaux.

Pour les tissus érectiles, comme l'un de nous l'a démontré (1), la paralysie des rameaux du sympathique, loin

(1) Legros, *Des tissus érectiles.*

de déterminer une turgescence de ces tissus, produit au contraire une circulation moins active, et, par conséquent, l'impossibilité de l'érection.

Enfin, quoiqu'il soit difficile de séparer les nerfs moteurs des nerfs sensitifs, pour les appareils de la vie organique, il est évident que tous possèdent ces deux sortes de nerfs. L'intestin a sa sensibilité, et ses contractions ne sont que l'effet d'une action réflexe. Chaque fois que sa partie interne se trouve excitée par le bol alimentaire, on observe une contraction en ce point, et cette contraction cesse dès qu'il n'y a plus de matière en contact pour reparaître sous l'influence des mêmes causes. La même chose existe pour le cœur, où il semble que les deux sortes de nerfs (sensitifs et moteurs) sont plus isolés; et ici, comme pour l'intestin, les contractions semblent proportionnées à l'excitation première.

Pour les vaisseaux sanguins, cette sensibilité inconsciente doit également exister; physiologiquement, elle est indispensable. D'ailleurs on trouve dans les filets du sympathique deux sortes de nerfs, des tubes et des fibres de Remak. Dans certains organes (tissu spongieux du gland, par exemple), on ne trouve que les fibres de Remak; les tubes se rendent dans la muqueuse qui recouvre les aréoles; c'est qu'en effet c'est de là que part l'action réflexe qui doit influencer les artérioles du gland et amener la turgescence; il semblerait par là que dans le sympathique les éléments tubulés servent à la sensibilité et les fibres de Remak aux mouvements.

La contraction des muscles vasculaires est donc, comme la contraction de toutes les fibres musculaires lisses, consécutive à une action réflexe. Dès que l'ondée sanguine a dilaté le vaisseau, les filets sensitifs du grand sympathique

transmettent l'impression aux ganglions, et les filets moteurs agissent sur la tunique contractile.

Pour démontrer que la contraction des artères aide à la progression du sang, nous avons dû instituer deux sortes d'expériences. Dans la première série, nous avons cherché à supprimer ou à atténuer l'action du cœur pour étudier en même temps les phénomènes qui ont lieu du côté de la circulation périphérique ; dans la seconde série, nous avons essayé d'agir directement sur la contractilité des artères, sans influencer l'action du cœur.

Nous reproduisons ci-après les principales expériences que nous avons faites et sur lesquelles nous nous appuyons pour admettre la contraction péristaltique des artérioles.

La contractilité artérielle sert à la progression des liquides renfermés dans les artères.

Si le cours du sang dans les artères n'est dû qu'à l'action du cœur à l'élasticité des artères, on doit, en supprimant l'action du cœur, n'avoir plus que l'influence seule de l'élasticité.

Or, l'élasticité est une force passive et physique. Elle existe après la mort comme pendant la vie, et elle agit de même si l'on injecte les artères d'un cadavre ou d'un animal vivant.

L'élasticité facilite la progression des liquides renfermés dans l'artère, et si, d'un autre côté, comme le soutiennent plusieurs physiologistes, la contractilité des artérioles a pour effet de ralentir et de modérer la circulation, l'élasticité aura d'autant plus d'influence sur la progression des liquides qu'elle n'aura plus à lutter contre la contractilité des vaisseaux périphériques.

Partant de ces idées théoriques, si, chez un animal, on vient à lier l'aorte afin de supprimer complétement, pour les artères des membres inférieurs, l'action du cœur, et si, au-dessous de la ligature, on injecte un liquide, celui-ci ne progressera que sous l'influence de l'élasticité, et pénétrera les tissus à la même profondeur sur un animal vivant ou sur un animal mort depuis quelque temps. Mais il devrait pénétrer plus profondément pour un cadavre, car la contractilité des artères est abolie dans ce cas.

Mais tout le contraire a lieu, et la différence est même excessivement grande. Lorsque la contractilité des artères existe encore, comme dans le cas de vie, l'injection pénètre partout, et elle revient même par les veines pendant tout le temps que l'animal est en vie. Sur le cadavre, au contraire, il faut une force d'impulsion très-considérable et longtemps continuée pour faire arriver l'injection jusque dans les capillaires, et surtout dans les capillaires les plus fins, comme dans le cas précédent.

Exp. I. — Sur une chienne déjà épuisée par plusieurs expériences, on ouvre l'abdomen et l'on place une ligature sur l'aorte. Au-dessous de la ligature, on introduit une canule par laquelle on laisse couler de l'eau colorée par du bleu de Prusse. Ce liquide est maintenu, à 2 décimètres environ au-dessus de l'animal, dans un entonnoir de verre qui communique avec la canule au moyen d'un tube de caoutchouc.

Le liquide qui pénètre ainsi dans l'aorte abdominale ne supporte donc qu'une pression d'une colonne d'eau de 2 décimètres, pression insignifiante et qui n'a pour but que de laisser *couler* le liquide dans l'artère.

Malgré cette faible pression, le liquide pénètre dans les capillaires, et la muqueuse vaginale surtout se trouve très-finement injectée.

Dans cette expérience, le liquide ne revient point par les veines, comme dans les suivantes. Mais il faut remarquer que le liquide injecté était composé d'une grande quantité de bleu de Prusse, qui, à cette dose, n'est peut-être pas complétement inoffensif: qu'il y avait un peu de glycérine, et que, de plus, nous n'avions pas eu la précaution de chauffer l'eau, et enfin que l'animal était très-épuisé.

Exp. II. — Sur un lapin, on ouvre l'abdomen, on lie l'aorte au-dessus des artères rénales et l'on introduit au-dessous une canule communiquant, au moyen d'un tube de caoutchouc, avec un entonnoir de verre dans lequel on verse du lait chauffé à environ 20 degrés. Le niveau du lait se trouve à 2 décimètre au-dessus de l'aorte. On coupe en même temps la veine iliaque.

Au bout de deux minutes, on voit le sang qui s'écoule par les veines mélangé avec du lait, et, quelque temps après, les veines ne renferment plus que du lait. Le lendemain, au microscope, on constate que toutes les parties du corps situées au-dessous de la ligature de l'aorte sont complétement exsangues, et que les capillaires sont remplis de gouttelettes de lait.

Exp. III. — Sur un lapin, on laisse couler dans l'aorte abdominale par le même procédé que ci-dessus, une solution de gélatine

colorée avec du carmin. Au bout de peu d'instants, le sang qui revient par les veines est mélangé avec du liquide injecté, et celui-ci finit par remplir seul les veines. Les membres inférieurs de l'animal sont complétement colorés en rouge. Au microscope, on constate que les capillaires les plus fins sont partout injectés; les reins, les intestins, situés au-dessous de la ligature, la moelle des os, etc., offrent des injections remarquables et que l'on ne pourrait obtenir que très-difficilement sur le cadavre, même avec des pressions très-fortes.

Ces expériences, qui démontrent clairement l'influence de la contractilité artérielle sur la progression des liquides dans les artères, conduisent également à ce fait important pour les recherches histologiques, qu'il est plus avantageux de faire les injections pendant que l'animal est encore en vie ou peu de temps après la mort, que lorsqu'il a succombé depuis longtemps.

On peut rapprocher ces faits de ceux que nous avons également constatés sur des têtes de décapités. Chez trois suppliciés, nous avons vu de l'air mêlé au sang, non-seulement dans les vaisseaux du tronc, mais dans la tête, jusque dans les artérioles de la pie-mère. On pourrait admettre à la rigueur que le sang qui s'écoule brusquement des gros vaisseaux coupés est remplacé par de l'air, malgré ce que l'on sait de leur rétraction rapide. Mais cette hypothèse est inadmissible pour les vaisseaux d'un calibre très-fin, et il nous paraît évident que l'ondée sanguine, au moment de la décapitation, a continué à progresser en partie du côté des capillaires, entraînant avec elle quelques bulles d'air. Dans la mort subite, la puissance contractile des vaisseaux ne doit pas, en effet, disparaître immédiatement; elle persiste pendant quelque temps, comme la plupart des mouvements dus aux fibres musculaires lisses.

De la circulation périphérique lorsqu'on arrête l'action du cœur.

Le meilleur moyen d'empêcher l'action du cœur sur la circulation périphérique est de placer une ligature sur l'aorte et d'examiner ce qui se passe dans les vaisseaux des membres inférieurs.

A l'œil nu, cette ligature est suivie de la pâleur des tissus et du refroidissement de ces parties; mais si l'on examine les vaisseaux périphériques au microscope, on peut constater encore, pendant quelque temps après la ligature de l'aorte, divers phénomènes qui ont pour cause la contractilité des artérioles.

EXP. IV. — En liant, sur une grenouille, tous les vaisseaux qui se rendent au cœur ou qui en partent, et en examinant au microscope les artères et les veines du mésentère, on voit le sang circuler encore très-régulièrement pendant deux à trois minutes.

Au bout de ce temps, le courant sanguin s'arrête dans les veines, qui paraissent très-gonflées. Dans les artères, le courant sanguin se ralentit beaucoup et ne se meut plus que par légères saccades. Après avoir eu lieu dans le sens normal, le courant se fait de temps en temps en sens inverse, et surtout lorsqu'il a eu lieu précédemment dans le sens direct avec plus d'énergie. Le sang renfermé dans les veines présente des oscillations assez régulières, comme intervalle de temps, mais variables comme intensité. Les plus grandes oscillations succèdent à un mouvement plus rapide de la colonne sanguine des artérioles. C'est également après cette circulation plus rapide dans les artérioles que le sang qui y est renfermé prend, pendant un instant, une direction inverse, c'est-à-dire des capillaires vers le cœur. Si l'on électrise alors, au moyen de courants continus, les parties examinées au microscope, on voit le sang, dans les artérioles, prendre un mouvement plus rapide et les oscillations dans les veines devenir beaucoup plus prononcées.

Au bout de vingt minutes on coupe le cœur, et aussitôt, par suite de l'hémorrhagie, les veines se dégonflent, le sang y prend un mouvement centripète, régulier, et l'on n'y remarque plus d'oscillations. Le sang renfermé dans les artérioles se meut également plus rapidement, et sa direction reste normale.

Enfin, le sang finit par s'arrêter complétement dans les veines. Les artérioles sont la plupart exsangues; dans quelques-unes on aperçoit encore quelques mouvements irréguliers que l'on peut augmenter légèrement par les courants continus.

EXP. V. — On dispose pour l'examen microscopique la membrane interdigitale d'une grenouille. L'aorte est mise à nu, et au moyen d'une serre-fine on interrompt et l'on rétablit le courant à volonté.

Lorsque l'on comprime l'aorte, les globules sanguins s'écoulent lentement dans les artérioles. Par moment, il y a une sorte d'impulsion qui les fait cheminer, surtout lorsqu'ils s'accumulent en un point.

Lorsque l'interruption du courant sanguin a duré quelque temps et qu'on rétablit le courant, la circulation acquiert immédiatement une activité incroyable.

En électrisant avec les courants continus (courant descendant), le calibre des artérioles semble augmenter. La circulation est en même

temps accélérée dans les capillaires. La circulation venant à s'arrêter, les courants continus la rétablissent.

Exp. VI. — On examine au microscope le mésentère d'une grenouille, et l'on place une serre-fine au-dessus du cœur. Les premières minutes, le sang continue à progresser dans les artères ainsi que dans les veines. Il s'arrête d'abord dans les veines, et il continue à se mouvoir plus longtemps dans les artères, où souvent il se dirige en sens inverse.

On enlève la serre-fine, et aussitôt la circulation se rétablit complétement, et le sang prend dans les artères une très-grande vitesse.

On remet la serre-fine sur le cœur. Le cours du sang, dans les artérioles, continue assez longtemps, mais dans les veines on n'observe plus que des oscillations. En enlevant la serre-fine pour laisser le cœur se contracter trois fois, on voit le sang dans les artères augmenter de vitesse et de quantité; mais ces contractions cardiaques n'influent que peu sur la circulation veineuse; les oscillations deviennent plus fortes et plus fréquentes, mais le sang n'y avance point.

En enlevant complétement la serre-fine, le cours du sang reprend complétement dans les artérioles; quelques-unes cependant restent contractées et imperméables. Dans les veines, au bout de quelque temps seulement, le sang recommence à se mouvoir, d'abord très-lentement et par saccades. Ces saccades ne correspondent nullement aux contractions du cœur, car on en compte, pendant une révolution cardiaque, quatre ou cinq.

Exp. VII. — On examine au microscope la membrane interdigitale d'une grenouille. Après avoir lié l'artère crurale, on voit la circulation se ralentir, mais marcher pendant quelque temps assez régulièrement. Puis, le sang ne progresse plus que par saccades. Lorsque ces saccades ont déterminé un mouvement rapide, le sang, après avoir marché vers les capillaires, revient en sens inverse. Les courants continus, à direction centrifuge, augmentent la circulation. Au bout de trente secondes, le cours du sang qui avait eu lieu dans le sens direct se meut des capillaires vers le cœur, puis reprend sa direction normale, qu'il conserve aussi longtemps que le courant électrique passe à travers les tissus. En cessant l'électrisation, la circulation continue pendant quelque temps puis s'arrête après de nombreuses oscillations.

Les oscillations, dans les artérioles, consistent dans des mouvements en divers sens, et sans ordre, que la contractilité artérielle imprime aux globules sanguins.

On voit en un point quelques globules s'entasser et distendre l'arté-

riole qui, réagissant contre cette pression, se contracte en ce point et chasse les globules dans toutes les directions. C'est surtout aux divisions des artérioles que ce phénomène est le plus apparent. Nous avons parfaitement vu, à l'éperon formé par une bifurcation, alors que l'artériole était très-rétrécie et presque exsangue, un globule s'arrêter à l'éperon, et déterminer par sa position l'arrêt des autres globules arrivant en ce point. Peu à peu le vaisseau s'est laissé dilater par cette accumulation de globules, puis tout à coup il s'est rétréci et a imprimé aux globules immobiles auparavant différentes directions; dans les deux branches situées au-dessous de l'endroit contracté, les globules se dirigèrent vers les capillaires, tandis qu'ils eurent un mouvement inverse dans le tronc primitif.

Ces expériences sont difficiles à faire sur des animaux à sang chaud, car il n'est possible d'examiner au microscope que les vaisseaux du mésentère, et l'arrêt du cœur dans ces conditions détermine tellement de perturbation, que tout mouvement circulatoire est arrêté. Cependant nous avons pu observer les faits suivants sur un lapin et sur un cobaye. Sur un lapin très-épuisé par des expériences précédentes, et presque à l'agonie, on ouvre l'abdomen et l'on étend une partie du mésentère sous le champ du microscope. Dans la plupart des vaisseaux, la circulation est complétement arrêtée. Dans quelques artérioles, le sang progresse encore très-lentement; il y a par moments des arrêts de la colonne sanguine suivis de mouvements très-prononcés. Ces saccades se succèdent assez régulièrement, mais elles ne coïncident nullement avec les mouvements cardiaques, ni avec ceux de la respiration. Les courants continus accélèrent légèrement la circulation.

Exp. VIII. — Sur un cochon d'Inde, après avoir ouvert l'abdomen et placé un fragment du péritoine sous le microscope, on coupe en travers la carotide gauche et on laisse l'animal mourir d'hémorrhagie.

On remarque pendant ce temps que la circulation dans les artérioles se ralentit, que le sang y arrive en moindre quantité, puis que les artères se rétrécissent considérablement, et lorsque le cœur a cessé de battre, on les voit encore se contracter à de rares intervalles pour chasser le sang qu'elles renferment.

Toutes ces expériences nous montrent clairement que lorsque l'arrêt du cœur vient à être produit, le sang, tout en diminuant de vitesse, continue pendant quelques instants à progresser régulièrement; ce phénomène est dû sans doute en partie à l'action de l'élasticité des artères. Lorsque cette action cesse ou devient insuffisante, le sang perd son

mouvement régulier, car il n'est plus mis en mouvement que par la contraction des artérioles. C'est alors que l'on voit apparaître ces saccades, et que dans les veines le sang ne fait plus qu'osciller sous l'influence de la pression déterminée par les contractions autonomes des artérioles. C'est alors aussi que le sang arrêté dans les veines détermine une tension très-forte et une résistance presque insurmontable, et que, chassé d'abord vers les capillaires par la contraction des artérioles, il finit par se mouvoir en sens inverse.

Si, par une hémorrhagie veineuse, la pression diminue dans les veines, les oscillations cessent aussitôt, et dans les artérioles on voit pendant tout ce temps le sang marcher dans le sens normal.

Ce reflux du sang des artérioles vers les artères plus volumineuses est la conséquence de la plus grande contractilité des vaisseaux périphériques, et elle doit avoir lieu également chez l'homme sain, lorsqu'une grande excitation du nerf sympathique vient à déterminer une contraction spasmodique des artérioles et une pâleur subite de la peau.

Quoi qu'il en soit, tous ces faits, que nous avons constatés plusieurs fois, prouvent bien qu'en dehors de l'influence du cœur et de l'élasticité des artères, le sang peut être mis en mouvement par l'action des fibres-cellules des artérioles.

De la circulation périphérique lorsqu'on diminue l'action du cœur.

Lorsqu'on coupe un filet sympathique, l'afflux du sang dans les parties auxquelles se distribuait ce filet nerveux est tout entier sous l'influence du cœur. Les fibres musculaires des vaisseaux, étant paralysées, ne peuvent plus avoir aucune influence, ni sur l'arrêt du sang, ni sur sa progression. Si la force du cœur vient à diminuer, la circulation devra donc se ralentir beaucoup dans les vaisseaux paralysés. Elle devra également se ralentir, mais beaucoup moins, dans les parties saines, si la contractilité des artères contribue à la progression du sang. Donc, si la contraction des fibres musculaires des vaisseaux facilite la circulation dans les parties périphériques, la différence de température devra cesser entre le côté où le sympathique est coupé et le côté sain, lorsque l'on affaiblit les contractions cardiaques. Et si celles-ci perdent beaucoup de leur énergie, la différence de température devra même être à l'avantage du côté sain.

L'expérience ici encore vient démontrer qu'en effet la contraction physiologique des artérioles facilite la progression du sang dans les parties périphériques.

L'agent le plus énergique pour paralyser les fibres musculaires du cœur est le chloroforme. Nous avons vu dans une autre série d'expériences que le chloroforme tuait les animaux, parce qu'il paralysait le cœur. En effet, lorsque le chloroforme agit pendant longtemps, le cœur est devenu incapable de se contracter, même sous l'influence des excitants les plus énergiques.

Exp. IX. — Sur un chien chez lequel nous avions coupé à gauche le grand sympathique, nous avons constaté avant la chloroformisation les températures suivantes : côté opéré, 34 degrés ; côté sain, 30°,5.

Après lui avoir fait respirer du chloroforme, on constate que la température baisse très-vite du côté opéré. On laisse le chien se réveiller et l'on reprend les températures : côté opéré, 30 degrés ; côté sain, 29°,8.

On fait de nouveau respirer du chloroforme, et la température descend du côté opéré à 26 degrés, 25 degrés, et enfin 24°,5, tandis qu'elle est de 27 degrés du côté sain. On suspend les inhalations de chloroforme et la température remonte peu à peu. Un quart d'heure après que le chien a été détaché, l'oreille du côté opéré est de nouveau plus chaude que celle du côté sain.

M. Claude Bernard avait déjà remarqué, il y a plusieurs années, que l'éther et le chloroforme produisent un abaissement de température du côté où le sympathique a été détruit.

Sur une chienne qui avait subi la section du filet sympathique dans le cou du côté droit, il observa que pendant qu'on chloroformait l'animal, l'oreille droite baissa rapidement de température, devint froide et pâle, tandis que celle du côté sain à gauche devint plus injectée et plus chaude. Le thermomètre indiquait à droite 36°,8, et à gauche 37°,2.

Une heure et demie après qu'on eut cessé les inspirations du chloroforme, on trouvait à droite (côté opéré) 37°,8, et à gauche 34°,4.

Dans une autre expérience faite sur une chienne, le thermomètre métastatique à déversement, de M. Walferdin, indiquait avant les inhalations de chloroforme :

Côté gauche sain.............	165°
Côté droit (sympathique coupé)..	175°,5

On chloroforma l'animal, et l'on mesura de nouveau la température des oreilles, qui fut trouvée :

Côté gauche sain.....	montée de 165° à 174°
Côté droit, nerf coupé.	baissée de 177°,5 à 177° (1)

(1) *Leçons sur le système nerveux.* Paris, 1858, in-8, t. II, p. 501.

Exp. X. — On injecte 40 grammes d'alcool dans l'estomac d'un chien qui, la veille, avait subi la section du sympathique droit. La différence de température était, avant l'opération, de 5 degrés centigrades en faveur de l'oreille du côté opéré.

Au bout de douze minutes, l'animal est ivre-mort, et les deux oreilles donnent au thermomètre la même température, 34 degrés. On observe en même temps une contraction des deux pupilles, mais celle du côté opéré est plus contractée.

Exp. XI. — Sur un chien, après avoir coupé le sympathique et constaté la différence de température, nous injectâmes sous la peau de la digitaline.

Il y eut un léger ralentissement du pouls, l'animal ne parut guère incommodé, et la différence de température, entre le côté sain et le côté opéré ne subit aucune différence.

Nous répétâmes la même expérience sur un cochon d'Inde, mais en donnant la digitaline à dose toxique; après avoir coupé le sympathique à gauche, on mesure les températures des oreilles au bout de quelque temps :

A gauche (côté opéré)....	25°
A droite (côté sain)......	22°

On injecte une forte dose de digitaline et l'on reprend les températures :

A gauche..............	21°,5
A droite...............	20°

Deux minutes avant que l'animal expire, on trouve :

A gauche..............	22°,5
A droite...............	23°

Une minute après la mort :

A gauche (côté opéré)....	21°
A droite (côté sain).....	22°

Exp. XII. — Sur un lapin, on coupe le sympathique droit à neuf heures du matin. A une heure de l'après-midi, on prend les températures des oreilles :

Oreille droite (côté opéré)..	34°
Oreille gauche (côté sain)..	31°

On applique sur le thorax, après avoir rasé les poils, une vessie pleine

d'un mélange réfrigérant. Les battements du cœur et les mouvements respiratoires s'accélèrent d'abord légèrement.

Au bout de dix minutes, le thermomètre indique :

Oreille droite.........	30°,5
Oreille gauche........	29°

On retire la glace pendant un quart d'heure, et immédiatement après avoir suspendu son action, on note les températures suivantes :

Oreille droite.........	28°,5
Oreille gauche........	27°,2

Puis, au bout d'un instant :

Oreille droite.........	29°,9
Oreille gauche........	29°,9

On applique de nouveau la glace ; on détermine un léger frisson au moment de l'application et une accélération de la respiration. On obtient les températures successives :

Oreille droite (côté opéré).	Oreille gauche.
28°,7	28°,3
28°,5	27°,5
27°,5	27°
27°,3	25°
25°,2	25°
24°,5	24°,4
23°,5	23°,2

On retire alors la vessie pleine de glace et on la remplace par une autre renfermant de l'eau chaude. On trouve alors les températures suivantes :

Oreille droite.	Oreille gauche.
22°,5	21°,5
23°	22°,5
24°	22°

On cesse de prendre les températures ; on détache l'animal, qui reste presque immobile ; il ne peut faire aucun mouvement et a perdu de sa sensibilité.

Au bout d'une demi-heure, les mouvements et la sensibilité reviennent, et en prenant les températures dans les oreilles, on obtient :

Oreille droite......... 33°
Oreille gauche........ 30°,7

On voit donc, par ces diverses expériences, que, lorsqu'on diminue l'action du cœur, la différence de température qui existait entre les parties saines et les parties où le sympathique avait été coupé, tend constamment à diminuer; que souvent les deux côtés finissent par avoir la même température. De plus, dans les cas où le cœur finit par être presque complétement paralysé, la température devient même plus grande du côté sain, où la contractilité des artères fait encore progresser le sang, que du côté où cette contractilité a été abolie.

De la circulation périphérique lorsqu'on agit sur la contractilité artérielle.

Dans les expériences suivantes, nous avons eu pour but d'agir directement sur la contractilité des artères. L'agent principal que nous avons employé pour produire cet effet, est l'électricité à courants interrompus et à courants constants et continus. Mais avant d'aborder cette série d'expériences, qui nous a fourni plusieurs faits importants, nous devons mentionner les résultats obtenus par d'autres procédés.

On sait que l'excitation du grand sympathique produit un resserrement des artérioles, la pâleur et le refroidissement des parties qui reçoivent les filets sympathiques excités. Mais jusqu'à présent cette excitation du grand sympathique s'est toujours faite au moyen de courants interrompus qui, comme nous le verrons plus loin, déterminent une contraction spasmodique des fibres-cellules des vaisseaux. Nous avons cherché si d'autres excitations, qui ne font qu'irriter le système nerveux, ne pourraient pas augmenter la contraction physiologique des artérioles sans produire cette contraction tétanique, et qui, par conséquent, feraient accélérer la circulation au lieu de la ralentir.

Exp. XIII. — Sur un lapin sain, on cherche le ganglion cervical supérieur à gauche. On passe sous ce ganglion un fil de soie, et on le lie sur le ganglion sans déterminer aucune solution de continuité de la masse nerveuse, et en n'exerçant qu'une pression très-modérée.

Il n'y a pendant l'opération ni hémorrhagie ni aucune blessure de nerfs, d'artères ou de veines.

Une heure après l'opération, on constate à la main une différence de température entre les deux oreilles. Du côté opéré, la température est plus élevée que du côté sain.

Le lendemain, dix-huit heures après l'opération, on cherche les températures au moyen du thermomètre; l'oreille gauche donne à chaque mensuration de 2 à 2 degrés et demi de plus que l'oreille droite. Tandis que, du côté gauche (côté opéré), on trouve une température qui, selon les moments de la mensuration, varie entre 35°,5 et 36 degrés, celle du côté droit varie entre 32°,5 et 33°,5.

Ces variations de température pour un même côté dépendent surtout de l'excitation directe faite sur une oreille. En soulevant ou en maintenant un lapin par une oreille, celle-ci, au bout de peu d'instants, offre une vascularisation plus grande et une température plus élevée. Ce phénomène est très-important à connaître, car si l'on n'en tenait compte, il amènerait souvent de grandes erreurs. Mais dans ce fait même, que l'on retrouve également chez l'homme (tiraillement des oreilles), nous avons une expérience vulgaire, qui vient à l'appui de notre opinion, car il montre bien l'augmentation de la température sous l'influence d'une irritation.

Exp. XIV. — Sur un lapin sain on isole le sympathique au cou du côté droit. L'opération a lieu sans hémorrhagie. On passe au-dessous du filet du sympathique une lame de liége et l'on fait tomber sur le nerf une goutte de glycérine.

Quelques minutes après, l'oreille droite présente une turgescence énorme. Sa température est de 29°,5, tandis que celle du côté gauche est de 27°,5.

On électrise alors le sympathique avec les courants continus pendant deux minutes. La turgescence vasculaire semble diminuée, mais la différence de température à la main est toujours aussi accusée. Au thermomètre, on obtient : côté opéré, 29°,5; côté sain, 28 degrés.

Il faut noter que la glycérine, mise sur la moelle ou sur le nerf sciatique, détermine presque aussitôt des contractions musculaires dans les membres inférieurs. Ces contractions ne sont nullement tétaniques; elles ont lieu au contraire d'une manière très-isolée, et consistent surtout en contractions fibrillaires.

Cet effet de la glycérine sur les muscles striés nous explique son action sur le sympathique, car elle ne paralyse point et détermine au contraire des contractions; mais ces contractions ne sont point spasmodiques.

Exp. XV. — Sur un cobaye sain, on découvre le sympathique à gauche et on le touche légèrement avec du nitrate d'argent. Au bout de cinq minutes, on constate une plus grande vascularisation dans l'oreille

gauche, et quelques instants après on prend la température au thermomètre :

Côté gauche (opéré)....	25°,7
Côté droit (sain).......	22°,8

On coupe alors le sympathique du côté opéré, et immédiatement après on constate dans l'oreille correspondante une température de 26 degrés. Un quart d'heure après la section du sympathique, on recherche les températures :

Côté gauche (opéré)....	25°
Côté droit (sain).......	22°

Exp. XVI. — En examinant au microscope la circulation chez une grenouille, on voit que l'administration de la caféine détermine une accélération très-grande de la circulation. Partant de ce fait, et considérant la caféine comme un excitant de la contractilité artérielle, nous avons donné à un lapin de la caféine après lui avoir coupé le sympathique d'un côté.

Après la section du sympathique, on avait noté les températures suivantes :

Côté opéré...........	34°,3
Côté sain	32°

Après l'administration de la caféine :

Côté sain.	Côté opéré.
34°,3	35°,4
35°,5	36°,2
35°	35°,5

L'animal n'a pas succombé sous nos yeux ; mais le lendemain matin il était trouvé mort.

Enfin, nous avons constaté une plus grande accélération de la circulation sous l'influence de la strychnine et de la brucine.

A côté de ces expériences, nous pouvons placer celle de M. Schiff, relatée dans la thèse de M. Meuriot (1). Après avoir coupé le grand sympathique sur des chiens, il constata que la différence qui existait dans la température des deux oreilles, loin d'augmenter sous l'influence

(1) *De la méthode physiologique en thérapeutique et de ses applications à l'étude de la belladone*. Paris, 1868.

de l'atropine, diminuait, et que la température augmentait des deux côtés. Dans un cas, le thermomètre monta du côté du sympathique sectionné de neuf dixièmes de degré, et, du côté sain, de 3 degrés un dixième.

Les recherches de M. Meuriot lui ont fait admettre que l'atropine agissait sur la contractilité des artères et amenait une congestion active.

Certes, la liste des médicaments qui pourraient produire ce même phénomène de l'augmentation de la température du côté non paralysé est plus complète que nous ne l'indiquons. D'ailleurs, ce procédé opératoire, qui n'offre point de sérieuses difficultés, peut être employé chaque fois que l'on voudra étudier l'action d'un médicament quelconque sur la circulation. Notre seul but est, dans le moment, de montrer que, si l'on excite (non tétaniquement) la contractilité artérielle, on obtient, du côté où cette contractilité existe encore, une plus grande activité de la circulation, et que par conséquent cette contractilité a physiologiquement, entre autres fonctions, celle de faciliter le cours du sang.

Le fait essentiel qui ressort de ces expériences, c'est que la différence de contraction des artérioles influe sur les mouvements du sang. Lorsque cette contraction est spasmodique, il y a diminution de la circulation; lorsque, au contraire, elle se fait normalement, c'est-à-dire d'une façon vermiculaire, la quantité de sang qui arrive dans les tissus est augmentée.

On comprend ainsi que la circulation puisse être modifiée dans les organes périphériques indépendamment de l'action du cœur, et surtout qu'il puisse y avoir un plus grand afflux de sang, non parce que les fibres musculaires des vaisseaux sont paralysés, mais au contraire parce que leurs contractions normales sont augmentées. De même, lorsque le sang est arrêté en un point ou que son mouvement est très-ralenti, on pourra, en excitant les contractions autonomes des vaisseaux, en rétablir le cours, et par

conséquent agir sur la nutrition des tissus, et dans certains cas empêcher l'atrophie et la dégénérescence des éléments.

L'idée et les conclusions que nous cherchons à combattre et qui ont été généralement admises, veulent que toute congestion soit le résultat de la paralysie des nerfs vaso-moteurs. Mais les expériences de Claude Bernard sur la corde du tympan, celles de Schiff et de Loven sur le nerf auriculo-temporal et en général sur la plupart des nerfs sensitifs, et celles de l'un de nous sur les tissus érectiles, démontrent d'une manière évidente qu'il y a, dans la plupart des congestions, une influence active, et non paralysante.

Que la paralysie des vaisseaux puisse, dans certains cas, amener de la congestion, cela ne fait aucun doute. L'expérience de M. Claude Bernard prouve tellement cette influence, que l'on semble soutenir un paradoxe en disant que la contraction de ces mêmes vaisseaux peut également amener de la congestion. Les mots paralysie et contraction paraissent si opposés, que l'esprit admet tout de suite que l'une de ces causes doit agir complétement en sens opposé de l'autre. — Et cependant, peut-on comprendre la rougeur qui survient, après un traumatisme, comme résultat de la paralysie des nerfs vaso-moteurs? La présence d'une épine dans le doigt aurait-elle pour résultat de supprimer les fonctions normales? Ce serait là une remarquable exception à tout ce que l'on observe dans les organes munis de fibres musculaires de la vie organique dont l'activité est exagérée sous l'influence d'une excitation.

Un grain de sable pénètre entre les paupières, et, immédiatement, il y a rougeur de la conjonctive. Détruisez les

filets du sympathique qui se rendent à la tête d'un animal, les vaisseaux seront paralysés autant que possible, et le réseau vasculaire apparaîtra plus nettement, mais jamais vous n'aurez la congestion intense qui accompagne la présence de corps étrangers lorsque les nerfs vaso-moteurs sont restés intacts. C'est que, dans ce dernier cas, le grain de sable a exagéré les contractions péristaltiques des artérioles et augmenté en un point l'afflux du sang.

M. A. Moreau a montré qu'en énervant certaines artères on modifiait leurs battements. Sur des chiens, il coupe les nerfs mésentériques qui se rendent à une anse intestinale, et il observe que dès le début il y a absence de battements (due évidemment à la contracture des vaisseaux); puis au bout d'un temps variable, les battements réapparaissent, mais ils n'ont plus le même type que ceux des artères voisines que possèdent leurs nerfs. Cette expérience vient à l'appui de ce que nous avons avancé, car elle démontre que la suppression de la contractilité dans les artères change la forme des battements, ou en d'autres termes que la contractilité des fibres lisses a une influence active sur les mouvements des artérioles.

Il est, du reste, à noter que les observateurs qui ont étudié l'inflammation à l'aide du microscope ont vu qu'il y avait, au début, des alternatives de resserrement et de dilatation des vaisseaux; c'est notre contraction autonome. Plus tard, le sang s'arrête, et il s'arrête mécaniquement, parce qu'il y a coagulation dans tous les capillaires; mais, dans les points voisins de la coagulation, on retrouve, à un haut degré, des alternatives de contraction et de resserrement des artérioles. Ces battements sont tellement accentués dans certaines inflammations, le panaris, par exemple,

que le malade en a conscience, et la sensation n'est pas due seulement à l'hyperesthésie des tissus malades, car la main du médecin, appliquée sur le phlegmon, percevra les pulsations des vaisseaux qui luttent contre l'obstacle.

Le cœur est un organe aveugle qui pourvoit aux besoins généraux de la circulation et qui ne peut venir en aide aux phénomènes isolés qui se passent dans l'organisme ; c'est aux vaisseaux de chaque organe qu'est dévolu le pouvoir de modifier la circulation suivant l'acte à accomplir. Aussi, qu'arrive-t-il lorsque les vaso-moteurs sont paralysés, soit par une maladie grave comme la fièvre typhoïde, soit par une paralysie des centres nerveux ? On voit alors que le moindre obstacle à la circulation amène la formation d'eschares. De même, chez les vieillards, la diminution de l'influx nerveux et la dégénérescence athéromateuse des artères causent des gangrènes et des eschares dès qu'une pression prolongée agit sur une région quelconque du corps.

Dans les expériences sur la section du grand sympathique, les animaux succombent souvent à la suite d'une inflammation et de nombreux foyers purulents. La raison en est due, sans doute, à la paralysie des vaisseaux, qui ne peuvent plus réagir, lorsqu'en un point le sang vient à s'arrêter et à se coaguler. Une expérience de M. Claude Bernard est remarquable sous ce rapport. Sur un cheval, la section du grand sympathique n'amena aucun accident inflammatoire jusqu'au moment où une irritation mécanique vint agir sur la tête. Aussitôt il y eut inflammation. A l'état normal, cette irritation (frottement) n'eût pas déterminé de telles conséquences, car si le sang s'était arrêté un instant, la contraction des artérioles aurait surmonté l'obstacle et aurait pu rétablir le cours du sang. Mais cette contracti-

lité venant à être abolie, l'arrêt du sang, une fois déterminé, ne pouvait pas être modifié par l'action trop éloignée du cœur et devait entraîner les conséquences fatales qui succédèrent à cette cause toute mécanique. D'ailleurs, la marche et les symptômes des congestions ou des inflammations par paralysie des vaisseaux (et ce ne sont pas les plus fréquentes) diffèrent beaucoup des congestions actives et des inflammations franches. Les symptômes sont bien différents dans la pneumonie hypostatique, où il y a paralysie, et dans la pneumonie qui débute brusquement chez un homme bien portant. Ici ce sont véritablement des phénomènes actifs qui tendent à limiter la lésion.

De même, dans la chlorose, le bruit de souffle et les battements artériels exagérés sont dus aux alternatives de resserrement et de dilatation qui sont bien plus marquées et qui, produisant à chaque pulsation de grandes inégalités de tension sur tout le trajet des vaisseaux, causent ces bruits de souffle et ces battements violents (1). Quant au bruit de souffle à double courant, au bruit de diable, il est bien certain que le murmure continu est dû à la contraction des artérioles et le renforcement à l'impulsion cardiaque; il est difficile d'admettre que le bruit continu se passe dans les veines, où le courant est si faible et dont les parois peu résistantes ne peuvent vibrer.

Ces quelques exemples, tirés de la pathologie, montrent

(1) M. le docteur Peter a déjà indiqué, en 1867, une opinion qui se rapproche beaucoup de celle que nous émettons. «Le bruit de souffle, dit M. Peter (*Gazette des hôpitaux*, 30 avril 1867), ne tient pas exclusivement, comme on l'a professé, à la quantité du sang en circulation, mais il dérive surtout, pour ne pas dire exclusivement, de l'état de la paroi vasculaire, laquelle est vivante, contractile, nerveuse et soumise comme telle aux brusques modifications que la vie emporte avec elle.»

bien qu'il n'y a pas contradiction entre les résultats fournis par nos expériences sur les animaux et les symptômes observés au lit du malade, et que, parmi toutes les causes qui peuvent avoir de l'influence sur la circulation, on doit ne pas négliger les muscles vasculaires, dont l'action ne se borne pas à la paralysie ou à la contraction tétanique, mais qui, produisant des alternatives régulières de dilatation et de contraction semblables à celles que l'on observe dans tous les canaux pourvus de fibres musculaires lisses, servent à la progression du sang et peuvent, en certains cas, amener dans les circulations locales des changements de pression considérables.

Comme nous l'avons dit au commencement, et comme nous l'avons fait remarquer plusieurs fois, la théorie de la contraction autonome ne contredit en rien toutes les expériences faites sur les nerfs vaso-moteurs. Loin d'être en opposition avec les faits qui démontrent l'influence de la contraction des vaisseaux périphériques, elle augmente encore cette influence. Si elle détruit quelques-unes des déductions, et, à notre avis, des exagérations de la théorie des vaso-moteurs, elle est, d'un autre côté, non pas son antagoniste, mais bien son complément légitime.

Influence des courants électriques sur les nerfs sympathiques.

On connaît l'action des courants d'induction sur le sympathique. Ils déterminent le resserrement du calibre des vaisseaux, et le refroidissement des parties dépendantes du filet sympathique. Nous n'avons pas besoin d'insister sur cette action.

Les courants continus déterminent une action tout op-

posée. On peut dire d'une manière générale qu'ils augmentent la circulation, comme le prouvent les expériences suivantes :

Exp. XVII. — Sur un lapin sain, on découvre le sympathique au cou. On l'isole des autres parties, et on l'entoure d'une anse de fil qui ne le comprime en aucun point, et qui n'a pour but que de permettre de le soulever légèrement.

On électrise le filet du sympathique pendant deux minutes avec des courants continus. Une demi-heure après l'électrisation, on prend les températures des oreilles : côté sain, 23°,5 ; côté électrisé, 26 degrés. Une heure après : côté sain, 27 degrés ; côté électrisé, 27°,5.

Exp. XVIII. — Sur un lapin sain, on met le sympathique gauche à nu, et on l'électrise pendant une minute avec des courants continus. Le pôle positif se trouve au-dessus du pôle négatif, en considérant le filet nerveux comme ayant son origine près du thorax et remontant vers la tête.

Une demi-heure après l'électrisation, on sent très-facilement à la main une différence de température entre les deux oreilles, et l'oreille gauche (côté électrisé) paraît plus injectée du sang.

Au thermomètre, on trouve les températures suivantes :

Côté électrisé.	Côté sain.
30°,5	28°,6
30°,7	28°,9

Pendant qu'on électrisait, et quelques minutes après l'opération, on remarqua que les battements de l'artère carotide étaient bien plus marqués qu'auparavant et que quelque temps après.

Ce fait de l'exagération des battements artériels se voit également dans d'autres circonstances. C'est ainsi que chaque fois qu'on a une artère aux environs d'une plaie, on voit, au bout de quelques instants, lorsque l'opération nécessite la présence prolongée des doigts ou des instruments, des artères devenir plus visibles et présenter des battements plus prononcés.

Exp. XIX. — Sur un lapin sain, on examine les vaisseaux de l'oreille pendant l'électrisation du sympathique correspondant.

Avec les courants d'induction, on voit les artères se rétrécir d'une

manière très-prononcée, tandis que les courants continus déterminent un élargissement des vaisseaux et une vascularité très-grande.

On pourrait peut-être objecter que dans ces expériences, où l'on applique directement les rhéophores sur le sympathique, les courants continus, qui ont une action chimique assez prononcée, détruisent le nerf et amènent ainsi une paralysie des parois vasculaires.

Nous verrons plus loin que cette action des courants continus n'est pas due, au moins le plus souvent, à une paralysie des nerfs vaso-moteurs, mais bien à une plus grande contractilité artérielle. D'ailleurs, s'il y avait eu une vraie paralysie, la température se serait maintenue toujours plus élevée du côté électrisé, et il n'y aurait pas eu souvent, une heure après l'opération, une différence de 0°,5 entre les deux oreilles, lorsque, quelque temps auparavant cette différence était de 2 à 3 degrés.

Enfin, nous avons fait la même expérience sans agir directement sur le sympathique, et nous avons obtenu les mêmes effets.

Néanmoins, il est évident que, si l'on employait un courant très-puissant (dans toutes nos expériences nous n'avons jamais employé qu'un courant formé par 10 à 14 éléments Remak), et qu'on le fît agir pendant longtemps, on arriverait à détruire une portion du nerf. Mais nous n'avons jamais procédé de cette manière, et la différence qui existe entre la direction des courants continus, différence que nous aurons à étudier bientôt, prouve encore que, dans ces circonstances, le courant agit directement et non indirectement en altérant le nerf sympathique.

Lorsqu'on répète sur un même animal plusieurs expé-

riences de ce genre en fort peu de temps, il arrive presque constamment que les phénomènes deviennent bien moins nets, et cela, parce qu'on fatigue les fibres musculaires, et qu'on épuise, pour ainsi dire, leur contractilité. L'expérience suivante montre bien ce résultat.

Exp. XX. — Sur un lapin sain, on découvre le sympathique au cou, du côté droit. On le soulève légèrement, au moyen d'un fil placé sous lui et on l'électrise, pendant deux à trois minutes, avec de forts courants d'induction. L'artère de l'oreille correspondante se rétrécit au point de cesser d'être aperçue. En cessant l'électrisation, l'artère reparaît peu à peu, et, finalement, elle est plus grosse qu'avant l'opération. Au bout d'un instant, la température de ce côté est plus élevée que celle du côté opposé. Côté droit (côté électrisé avec courants d'induction), 30°; côté gauche, 29°.

On électrise alors avec les courants continus, et aussitôt la température devient égale des deux côtés.

Afin de bien constater que la plaie n'agit pas du côté opéré, on découvre également le sympathique à gauche, et la température étant égale des deux côtés, on électrise le sympathique gauche avec de forts courants d'induction. Les artères de l'oreille se rétrécissent de ce côté. On cesse l'électrisation et, au bout de fort peu de temps, l'oreille gauche devient plus vasculaire que celle du côté droit et présente un excès de température de près d'un degré.

Cette augmentation de température ne peut être expliquée que par un affaiblissement de la contractilité artérielle; elle disparaît d'ailleurs assez promptement. Nous voyons donc toujours les mêmes phénomènes se produire : augmentation de température, lorsque les fibres-cellules des artérioles sont affaiblies ou paralysées, parce que la pression amène la dilatation des vaisseaux et, par conséquent, facilite l'accès d'une plus grande quantité de sang ; augmentation de température, comme dans le cas précédent, lorsqu'au contraire la contractilité physiologique des artères

se trouve exagérée, et que, par suite, le sang circule plus rapidement; et, enfin, refroidissement quand la contraction des artères se fait en masse et d'une manière spasmodique, parce qu'alors le diamètre des vaisseaux est et reste considérablement diminué.

Ces différents phénomènes apparaissent bien nets dans les expériences décrites jusqu'à présent. Nous allons voir que l'examen microscopique confirme en tous points ces résultats. Sous ce rapport, nos expériences ont été aussi nombreuses et aussi variées que possible, et si, dans nos premières observations, nous trouvons que les courants continus tantôt élargissent, tantôt resserrent le diamètre des artérioles, c'est que nous ne tenions point compte alors de la direction des courants et que nous n'avions pas encore découvert l'action différente des courants continus selon leur direction.

Remak avait beaucoup insisté sur l'augmentation de la circulation sous l'influence des courants continus; seulement, il admettait une dilatation passive sans faire, à ce point de vue, d'expériences physiologiques.

M. Robin et Hiffelsheim ont vu « que le courant intermittent contracte les éléments musculaires des capillaires, effet qui est suivi généralement, et par réaction, d'une grande activité dans la circulation capillaire, et que le courant voltaïque continu, une fois le circuit fermé, dilate au contraire les capillaires et semble établir en même temps une régulière et uniforme circulation du sang. » (*Des applications médicales de la pile de Volta*, p. 11, 1861.)

Cette observation de M. Robin et Hiffelsheim va être en grande partie confirmée par nos expériences, et elle est

complétement vraie, du moment que l'on ne tient compte que d'une seule direction des courants continus.

Exp. XXI. — On découvre, chez une grenouille, le nerf sciatique, et l'on examine au microscope une veine et une artère de la membrane interdigitale. La circulation est languissante ; on électrise alors avec les courants continus (10 piles Remak). La circulation s'accélère immédiatement, l'artère semble diminuer de volume, mais le calibre de la veine augmente. Après avoir suspendu l'électrisation, l'accélération persiste pendant dix à quinze minutes, puis elle se ralentit.

En employant les courants d'induction, la circulation s'arrête complétement et presque immédiatement. On cesse l'électrisation avec les courants d'induction ; la circulation reprend. On emploie les courants continus, la circulation s'accélère.

Exp. XXII. — On examine au microscope la membrane palmaire d'une grenouille, et, sans découvrir le nerf sciatique, sans inciser la peau, on électrise la patte avec les courants continus. La circulation capillaire devient aussitôt plus active. On emploie la faradisation, et la circulation s'arrête aussitôt dans les artères et dans les veines.

L'arrêt de la circulation par les courants d'induction a lieu pour deux raisons; la contraction des artères, qui empêche l'arrivée du sang, et la contraction des muscles, qui arrête la circulation dans les veines. On obtient les mêmes phénomènes, lorsqu'au lieu de courants d'induction, on emploie des courants constants avec de rapides interruptions.

Exp. XXIII. — Pour voir isolément l'action sur la circulation de la contraction des artères et de celle des muscles, nous avons empoisonné un membre par le curare, et, après avoir mis la membrane interdigitale sous le microscope, nous avons mis le nerf à découvert et nous l'avons électrisé avec les courants d'induction.

Dans ces conditions, la circulation finit également par s'arrêter, mais moins promptement. Tandis que, lorsque les muscles se contractent, la circulation s'arrête aussitôt dans les veines qui restent gorgées de sang, elle continue pendant quelque temps dans les veines, mais très-lentement, lorsque l'animal est empoisonné par le curare. Dans les artères, la circulation s'arrête plus tôt, le calibre se rétrécit peu à peu, les globules n'y passent plus qu'un à un, et bientôt l'artère devient filiforme et ne reçoit plus de sang.

Exp. XXIV. — Nous avons déjà vu, dans des expériences précédentes, que la circulation ralentie ou arrêtée était activée par l'électrisation au

moyen des courants constants et continus. Lorsqu'on détermine en un point de l'inflammation et que l'on constate l'arrêt de la circulation, on peut également la rétablir au moyen des courants constants et continus.

En examinant la membrane interdigitale d'une grenouille au microscope, on irrite le point examiné avec un fer rouge ou une goutte d'acide; on remarque tout d'abord que l'artère diminue de volume, mais que la circulation devient, pendant les premiers instants, bien plus active. Tout le réseau capillaire fonctionne, puis peu à peu il se gorge de sang, les globules circulent plus lentement et finissent par s'arrêter. L'artère augmente de diamètre, elle devient souvent près de deux fois plus volumineuse, et le sang y progresse très-lentement. En employant, dans ces cas, les courants d'induction, la circulation reste arrêtée après une accélération éphémère. Les courants constants et continus rétablissent la circulation et l'activent pendant tout le temps de leur action. *Chaque fois que, dans des inflammations provoquées, la circulation est arrêtée, on peut la rétablir par l'électrisation au moyen des courants constants; pourvu toutefois que les globules rouges ne soient point encore agglutinés.*

Toutes ces expériences ont été répétées un très-grand nombre de fois et en donnant constamment les mêmes résultats, non-seulement chez les animaux à sang froid, mais encore chez les animaux à sang chaud.

Mais, avant de rapporter les expériences faites sur les animaux à sang chaud, nous croyons devoir mentionner encore l'influence des courants électriques sur le *Naïs filiformis;* car, chez cet animal, les contractions des artères sont très-visibles, et on les voit, débutant à l'une des extrémités, s'étendre progressivement jusqu'à l'autre et imiter le mouvement péristaltique des intestins.

Chez cet animal, les courants interrompus rétrécissent l'artère et arrêtent la circulation et les battements de l'artère. En même temps tout le corps de l'animal se contracte et devient moniliforme. Les courants continus accélèrent

la circulation, de telle sorte que le nombre des battements, c'est-à-dire des contractions de l'artère, qui était de 24 à la minute, est de 34 pendant qu'on fait passer le courant.

Voici maintenant quelques expériences sur les animaux à sang chaud.

EXP. XXV. — On chloroformise un chat et l'on examine son péritoine au microscope. La circulation est activée par l'action des courants constants et continus. L'électrisation par les courants d'induction détermine d'abord une légère augmentation de la circulation, puis le calibre des artères diminue, et quelquefois se resserre complétement. Lorsque l'animal est épuisé, la circulation marchant très-faiblement, les courants interrompus l'arrêtent complétement. Plusieurs fois on détermine dans les artérioles des oscillations de la colonne sanguine.

Les courants continus, lorsque la circulation vient de s'arrêter dans une artère ou dans une veine, la rétablissent de nouveau. En cautérisant une anse intestinale au fer rouge, la circulation augmente tout d'abord, puis elle s'arrête complétement ; les courants continus la rétablissent pendant quelque temps.

EXP. XXVI. —En examinant le mésentère d'un rat au microscope, on constate que les courants continus activent beaucoup la circulation. Les courants interrompus rétrécissent les vaisseaux au point de les effacer presque complétement ; la circulation augmente dans le commencement, puis se ralentit et s'arrête en plusieurs endroits. Les courants continus appliqués alors déterminent une grande activité de la circulation.

EXP. XXVII. — Sur le mésentère d'un cochon d'Inde, les courants continus accélèrent la circulation. Les courants d'induction font diminuer très-notablement le calibre des artères ; la circulation augmente d'abord, puis se ralentit beaucoup. Une goutte d'acide sulfurique est portée sur une anse intestinale ; la circulation, aux environs du point excité, s'accélère rapidement, puis diminue et s'arrête complétement. Les courants continus font reparaître la circulation.

Toutes ces expériences montrent donc clairement que les courants d'induction ou les courants interrompus, de quelque nature qu'ils soient, rétrécissent les vaisseaux, ralentissent et même arrêtent complétement la circulation.

Ces phénomènes concordent parfaitement avec les expériences sur le grand sympathique, dans lesquelles la faradisation du ganglion cervical supérieur détermine le refroidissement de la partie correspondante de la tête.

Les courants constants et continus activent au contraire la circulation, et cela, pendant tout le temps de leur application. Ils rétablissent même la circulation lorsqu'elle est complétement arrêtée. Ce résultat est également le même que celui que l'on obtient en électrisant le grand sympathique avec les courants continus, car la température augmente dans ce cas, au lieu de diminuer. Dans ces dernières expériences, on ne peut pas supposer que l'application des courants continus détermine une altération du nerf, et, par suite, agit comme une section matérielle, car les rhéophores n'ont pas été appliqués directement sur les nerfs. Nous voyons donc, au microscope, la cause de ces différences d'action des courants interrompus et des courants continus. Les premiers rétrécissent les artères et tétanisent presque les fibres musculaires des parois, tandis que les autres, tout en agissant sur la contractilité des vaisseaux, ne déterminent point de contraction spasmodique, et par conséquent facilitent le cours du sang, au lieu de l'arrêter.

De l'influence de la direction des courants continus sur la circulation.

Jusqu'à présent, nous avons considéré la direction des courants continus comme indifférente à leur influence sur la circulation. Nous avons toujours supposé, pour ne pas compliquer l'exposition des expériences, que nous employons la même direction, et nous avons omis d'ajouter que, quelquefois, les courants continus, loin d'augmenter la circulation,

la diminuaient. Cette différence d'action est due à la différence de direction, et il nous reste à déterminer ces divers phénomènes.

Dans un circuit fermé, on admet que le courant se transmet du pôle positif au pôle négatif; le courant est donc centrifuge ou centripète, descendant ou ascendant, selon que le pôle positif est placé près de la moelle et le pôle négatif à la périphérie, ou que le pôle positif est placé à la périphérie, et le pôle négatif près de la moelle.

Exp. XXVIII. — Grenouille, examen microscopique de la membrane palmaire pendant l'électrisation. Le courant centrifuge ou descendant ne détermine aucun resserrement des artérioles ; la circulation augmente, et au bout de peu d'instants, les artères ont augmenté de volume, et tout le réseau capillaire fonctionne avec rapidité. En changeant alors la direction des courants, les artères se rétrécissent ; il arrive moins de sang; les globules circulent très-vite, mais presque un à un, et au bout de quelque temps, la circulation, sans s'arrêter complétement, est moins active. En employant alors de nouveau le courant centrifuge, la circulation s'accélère immédiatement. Le diamètre d'une artériole mesurée au moyen du micromètre a 0,015 de millimètre. Avant l'électrisation par le courant centrifuge, son diamètre était de 0,008 de millimètre. Le courant centripète rétrécit l'artère, qui n'est plus que de 0,004 de millimètre.

Ces phénomènes se présentent identiques pendant une longue série d'observations et d'alternatives de courants. Au bout d'une heure et demie d'expériences, ils deviennent moins accentués, mais ils reparaissent si on laisse reposer l'animal pendant quelque temps.

Cette même expérience a été répétée un très-grand nombre de fois sur des grenouilles en donnant toujours les mêmes résultats. Elle a été présentée par nous à la Société de biologie, où la plupart des membres de cette Société l'ont constatée. Nous l'avons répétée sur le mésentère de la grenouille et sur celui des salamandres, et nous avons tou-

jours vu les mêmes phénomènes. Si nous ne relatons pas toutes ces expériences, c'est qu'elles se ressemblent toutes et qu'elles finiraient par encombrer l'exposition des résultats que nous avons obtenus. Nous ne tenons, par conséquent, qu'à mentionner les expériences types.

Les conditions de cette expérience peuvent être variées selon que l'on agit sur des membres entiers ou sur des membres dont les nerfs ont été mutilés. Les résultats changent évidemment selon ces différents cas.

Exp. XXIX. — Sur une grenouille à laquelle, quatre jours auparavant, on avait coupé à gauche le nerf sciatique, et chez laquelle, dès le deuxième jour, il s'était formé dans cette jambe un œdème considérable, on constate l'absence de la sensibilité. La circulation, examinée au microscope, est assez active; elle n'est point ralentie par le courant centripète; le courant centrifuge augmente la circulation, mais il n'existe pas de différence marquée entre les deux courants.

Exp. XXX. — Sur une grenouille chez laquelle on avait, quatre jours auparavant, coupé tous les filets qui se rendent du ganglion cœliaque au nerf sciatique de la jambe gauche, on examine la circulation de la membrane palmaire. La circulation se fait très-lentement, mais les capillaires sont très-engorgés. La circulation est très-active dans la patte opposée.

Le courant centrifuge détermine dans la patte gauche une circulation plus active; mais dans le commencement, le courant centripète augmente également la rapidité de la circulation. Les vaisseaux étant engorgés, se rétrécissent plus activement sous l'influence du courant centripète; les globules circulent plus vite dans les artères, et en même temps le cours du sang s'accélère dans les veines. Cette première impulsion une fois donnée, le courant centrifuge détermine une circulation plus grande.

La sensibilité de la patte est parfaitement conservée. La grenouille pousse un cri chaque fois qu'on applique le courant centripète; elle reste calme pendant l'électrisation avec le courant centrifuge.

Exp. XXXI. — Sur une grenouille dont la moelle a été coupée il y a six jours, et chez laquelle les mouvements réflexes sont très-prononcés, on examine la circulation de la membrane palmaire au microscope. La différence des courants est très-marquée; toujours le courant centrifuge

augmente le diamètre des artères et accélère la circulation, tandis que le courant centripète rétrécit les artérioles et ralentit la circulation.

Dans ces différents cas, en électrisant un membre postérieur de grenouille, on n'agit point sur la contraction du cœur, comme nous nous en sommes assurés plusieurs fois en comptant le nombre des battements, avant l'électrisation et pendant l'électrisation. Ces phénomènes sont donc bien dus à l'action des vaisseaux périphériques ; on les retrouve d'ailleurs chez les animaux à sang chaud.

Exp. XXXII. — On examine au microscope le mésentère d'un rat. Le courant centrifuge (c'est-à-dire le pôle positif placé dans l'abdomen près des ganglions cœliaques, et le pôle négatif, placé sur l'anse intestinale) détermine une accélération de la circulation. Le courant inverse ou centripète (le pôle positif sur l'anse intestinale et le pôle négatif du côté des ganglions) rétrécit l'artère et ralentit la circulation sans jamais l'arrêter complétement.

En examinant une artériole à un fort grossissement, on voit parfaitement des mouvements et des alternatives de resserrement et de dilatation dans la paroi artérielle.

Exp. XXXIII. — Sur un cochon d'Inde, on rase les poils de l'oreille et l'on examine une artère de l'oreille à l'œil nu. Le courant centrifuge dilate l'artère et augmente la vascularité de toute l'oreille ; le courant centripète rétrécit l'artère et diminue la quantité de sang qui circule dans les vaisseaux de l'oreille.

Exp. XXXIV. — Sur un lapin albinos, on examine les vaisseaux de l'oreille qui paraissent très-transparents. A l'œil nu, on voit parfaitement des alternatives de dilatation et de resserrement des artérioles (de 5 à 10 par minute). En électrisant avec des courants continus et en mettant le pôle positif sous la peau du cou et le pôle négatif sur l'oreille, ce qui donne un courant centrifuge, on obtient une dilatation très-prononcée des artérioles et des capillaires. En même temps la température augmente du côté électrisé ; cette différence de température est même très-sensible à la main. En électrisant avec le courant opposé, c'est-à-dire avec un courant centripète, on observe un resserrement des artérioles et une grande pâleur de l'oreille. La température, primitivement plus élevée que celle du côté opposé, diminue peu à peu, et la différence de température entre les deux côtés finit par disparaître. En mettant le sympatique à nu et en plaçant directement un des pôles sur le nerf et l'autre à la périphérie, on obtient les mêmes résultats, c'est-à-dire une dilatation des vaisseaux avec le courant centrifuge, et un resserrement avec le courant centripète.

Cette expérience a été répétée plusieurs fois et sur plusieurs lapins, en donnant toujours les mêmes phénomènes. M. Longet a même pu la reproduire publiquement dans son cours.

On peut rapprocher de ces expériences, une expérience faite sur l'homme. Deux vésicatoires ayant été placés sur le bras et la sérosité s'étant écoulée, on place pendant quelques minutes le pôle positif sur l'un des vésicatoires et le pôle négatif sur l'autre. Dix minutes après l'électrisation, le vésicatoire en contact avec le pôle positif était sec, tandis qu'il s'était formé une nouvelle ampoule pleine de sérosité pour celui en contact avec le pôle négatif. Ce dernier guérit également plus rapidement.

De l'influence des différents courants électriques sur la tension artérielle et sur la tension veineuse.

Il nous reste à examiner les variations de tension artérielle qu'exercent les différents courants électriques.

On sait, d'après de nombreuses expériences, que les courants d'induction élèvent brusquement et rapidement la tension artérielle, mais qu'au bout de quelque temps cette tension tend à baisser. Pour la tension veineuse, les courants d'induction, après une légère élévation, la font toujours baisser au-dessous du point primitif. L'influence des courants continus sur la tension artérielle et veineuse n'a pas encore été faite, et elle présente dans son étude une complication plus grande, la direction des courants étant importante à examiner. Nous allons relater l'une après l'autre les expériences que nous avons faites, sans y ajouter aucune considération théorique.

Les courants continus ont toujours été fournis par dix à quatorze éléments Remak.

Exp. XXXV. — Sur un lapin, on isole au cou le grand sympathique. On le fixe au moyen d'un fil passé au dessous de lui mais qui ne comprime point le nerf. On prend la tension artérielle dans la carotide, bout périphérique. La pression est très-faible et les battements à peine appréciables. On électrise le grand sympathique avec des courants continus à direction centrifuge, et la pression augmente de 2 centimètres de mercure. Elle reste à ce niveau en oscillant entre une élévation de 1 à 2 centimètres. L'ascension s'est faite lentement, et l'augmentation de pression dure tout le temps de l'électrisation. Au moment où l'on cesse l'électrisation, il y a une légère ascension ; la pression se maintient encore pendant quelque temps, puis elle baisse lentement. Les courants continus, à direction centripète, déterminent au premier instant une augmentation de la pression, mais peu à peu elle descend d'un demi-centimètre et se maintient à ce niveau.

Exp. XXXVI. — Sur deux lapins très-affaiblis par des opérations précédentes, on prend la pression artérielle dans la carotide. L'hémodynamètre est rempli d'eau, et les oscillations sont peu apparentes. Les courants continus donnent au commencement, en électrisant le grand sympathique, une légère élévation de la pression ; mais bientôt ils n'ont plus d'action, et ne déterminent ni élévation, ni abaissement.

Les courants interrompus font chaque fois monter la pression de plusieurs centimètres; cette augmentation se maintient quelque temps, puis la pression diminue peu à peu.

Exp. XXXVII. — Sur un lapin, on découvre le sympathique au cou du côté gauche, et l'on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans la carotide du même côté, bout périphérique. En mettant les pôles sur le nerf et en faisant agir un courant centrifuge, on obtient une élévation de tension de 2 à 3 centimètres de mercure. Le courant centripète, après une légère augmentation de tension, maintient le niveau qui existait avant son application. Au lieu de mettre les deux pôles sur le nerf sympathique, si l'on place le pôle positif sur le nerf et le pôle négatif dans la bouche, on obtient un abaissement de tension de 1 à 1 centimètre et demi de mercure.

Exp. XXXVIII. — Sur un lapin, on met le sympathique à découvert du côté gauche, et l'on prend la tension dans la carotide à droite, bout

périphérique. En électrisant le sympathique avec un courant centrifuge, on obtient une élévation de la tension de 2 à 3 centimètres. En cessant l'électrisation, le niveau du mercure baisse lentement. Le courant centripète fait baisser le mercure de près de 1 centimètre et le maintient tout le temps au même niveau. Le courant centrifuge, employé de nouveau, fait monter la pression ; le courant centripète la fait baisser légèrement.

On laisse reposer l'animal un instant, et l'on électrise de nouveau. La différence entre les deux directions devient moins manifeste; le courant centripète fait monter légèrement la tension. Le sang venant à se coaguler, on cesse l'expérience.

Exp. XXXIX. — Sur un lapin, on met à découvert le sympathique, et la carotide du même côté. On prend la tension du bout périphérique de la carotide, et l'on électrise le sympathique. Le courant centripète fait d'abord monter la tension ; elle se maintient quelque temps à ce niveau supérieur, puis elle baisse peu à peu. Le courant centrifuge fait monter la tension progressivement ; elle s'élève de 3 à 4 centimètres. On cesse l'électrisation ; la tension reprend son niveau primitif ; le courant centripète, appliqué de nouveau, fait monter la tension de 2 centimètres ; elle se maintient au même niveau pendant quelques instants, puis elle descend lentement.

Sur ce même lapin, on prend la tension de l'artère crurale, bout périphérique, et l'on électrise le membre au moyen de deux plaies faites, l'une à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure du membre. Le courant centrifuge détermine une élévation de la pression ; le courant centripète, après une légère élévation, fait baisser la pression lentement et progressivement.

Exp. XL. — Sur un chien de petite taille, on isole le sympathique et le pneumogastrique réunis ; on place la canule de l'hémodynamomètre dans le bout périphérique de la carotide du même côté, et l'on prend la tension. En appliquant directement les deux pôles sur le nerf, et en employant un courant centrifuge, on produit une élévation de 1 centimètre et demi de mercure. Le courant centripète détermine un abaissement assez immédiat de la tension.

En plaçant le pôle positif sur le nerf et en mettant le pôle négatif dans la gueule, on obtient une diminution de pression. On obtient, au contraire, une augmentation de pression, lorsqu'on met le pôle négatif sur le nerf et le pôle positif dans la gueule.

Exp. XLI. — Sur un chien sain et d'assez petite taille, on met le

sympathique et le pneumogastrique à nu; on prend la tension dans le bout phériphérique de la carotide. L'électrisation donne les mêmes phénomènes que dans l'expérience ci-dessus; c'est-à-dire qu'en appliquant les pôles directement sur le nerf, le courant centrifuge donne lieu à une élévation de tension, tandis que le courant centripète détermine une diminution de la tension.

Comme précédemment, si, au lieu de maintenir les deux pôles sur le nerf on laisse le pôle positif sur le nerf, et si l'on place le pôle négatif dans la gueule, au lieu d'obtenir uue élévation de tension, comme on pourrait le supposer (car, par rapport à la tête, ce courant semble être centrifuge), on obtient un abaissement de la pression. Le pôle négatif étant placé sur le nerf, et le pôle positif étant mis dans la gueule, on obtient une élévation de la pression.

Il est probable que, lorsqu'on met un des pôles dans la gueule, on électrise la base du cerveau et l'on obtient alors, par rapport aux nerfs, des directions différentes qu'en agissant directement au cou sur les nerfs sympathiques et pneumogastriques.

Exp. XLII. — Sur un chien épuisé par une grande hémorrhagie, on met à nu le pneumogastrique et le sympathique, et l'on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans le bout périphérique de la carotide.

Le niveau du mercure est de 130 millimètres. Le courant centrifuge le fait tout d'abord descendre à 125, puis il remonte peu à peu à 130, à 135, à 140 millimètres. Le courant centripète fait d'abord monter la pression à 140 millimètres, puis elle redescend peu à peu jusqu'à 125. En mettant le pôle positif sur le nerf et le pôle négatif dans la gueule, on fait monter la pression jusqu'à 145, puis peu à peu redescendre jusqu'à 130 millimètres.

On laisse reposer l'animal, et en électrisant de nouveau, on obtient les résultats suivants : le courant centrifuge fait monter la pression, qui était à 140 millimètres, à 150 millimètres; le courant centripète fait monter brusquement à 150 millimètres, puis la pression redescend à 135 millimètres.

Exp. XLIII. — Sur un chien sain et robuste, on isole au cou la carotide droite et le sympathique du côté gauche. On parvient à séparer le sympathique du pneumogastrique auquel il est accolé, et l'on électrise le sympathique seul. La tension au manomètre du bout périphérique de l'artère carotide est de 110 millimètres. Les courants centrifuges, appliqués sur le sympathique du côté opposé, font monter la tension à 125 millimètres. Les courants centripètes la font descendre à 102. En

électrisant le sympathique uni au pneumogastrique du côté droit, les courants centrifuges font monter la pression à 130 millimètres. Les courants centripètes la font descendre à 95 millimètres.

Exp. XLIV. — Sur un chien sain, on introduit la canule du manomètre dans le bout périphérique de la carotide droite. On coupe et l'on électrise le sympathique uni au pneumogastrique du côté opposé. La pression était, avant l'électrisation, de 128 millimètres. Les courants centrifuges la font monter à 138 millimètres. Les courants centripètes déterminent d'abord une élévation de tension qui va jusqu'à 142 millimètres, et qui peu à peu redescend à 125 millimètres; elle se maintient à ce niveau.

Cette expérience, répétée une seconde fois, donne les mêmes résultats.

En plaçant le pôle positif dans la bouche et le pôle négatif sur la plaie du cou, la tension reste au même niveau. En plaçant le pôle positif sur la plaie du cou et le pôle négatif dans la bouche, la tension monte de 15 millimètres.

Exp. XLV. — Sur un chien de très-forte taille et auquel on a injecté dans la trachée 10 centigrammes de chlorhydrate de morphine, le manomètre est placé dans la carotide du côté du cœur.

La pression, avant l'empoisonnement, était de 250 millimètres au maximum et de 200 au minimum. Après l'empoisonnement, la pression est de 230, 200, 190 millimètres.

Le courant allant du bout coupé du pneumogastrique vers le cœur et déterminé par l'appareil de Remak, maintient la pression à 220 millimètres. Les courants interrompus la font descendre à 205 millimètres, et arrêtent les mouvements du cœur.

Chez le même chien, toujours sous l'influence de la morphine, on prend la pression dans le bout périphérique de l'artère fémorale, et l'on électrise le membre par des plaies faites à la partie supérieure et à la partie inférieure du membre. La pression normale est de 125 millimètres. Le courant centrifuge fait baisser à 115. Après la cessation de l'électrisation, la pression remonte à 135.

Le sang s'étant coagulé, on enlève l'appareil, que l'on remet au bout d'un quart d'heure. La pression normale est de 80 millimètres. Le courant centripète fait descendre la pression à 60 millimètres. On cesse l'électrisation, et la pression remonte à 70 millimètres.

Le courant centripète, appliqué de nouveau, fait monter la pression à 95 millimètres. On cesse d'électriser, la pression revient à 75 milli-

mètres. Le courant centrifuge fait descendre la pression à 60 millimètres, et après son action la pression revient à 75 millimètres.

Ces expériences, répétées encore plusieurs fois, donnent toujours le même résultat, et l'on voit qu'ici on obtient presque le contraire de ce que l'on observe ordinairement. Il est permis de supposer que la grande quantité de morphine injectée a dû influer sur les résultats de l'électrisation.

Exp. XLVI. — Sur un chien de forte taille, on prend la pression du bout périphérique de l'artère fémorale; elle est de 60 millimètres. On électrise le membre avec des courants continus, et le courant à direction centrifuge fait monter lentement et progressivement la direction à 75 milllimètres. Le courant à direction centripète fait monter brusquement la pression à 80 millimètres; elle se maintient quelque temps à ce niveau, puis elle redescend à 70 millimètres. Les courants interrompus font monter la pression très-rapidement, mais au bout de fort peu de temps, la pression redescend et arrive à un niveau assez bas.

L'électrisation du membre opposé ne produit aucune action sur l'hémodynamomètre, appliqué toujours dans la même artère fémorale.

Exp. XLVII. — Sur un chien de petite taille, on découvre la moelle au niveau de la troisième et de la quatrième vertèbre dorsale, et on la coupe en travers. En électrisant la portion supérieure avec des courants continus, les mouvements respiratoires deviennent très-profonds. La pression prise dans la carotide du côté du cœur est très-faible; elle est de 30 millimètres. Le courant, dirigé de la coupe de la moelle à sa partie supérieure, c'est-à-dire le pôle positif placé à la plaie faite à la moelle et le pôle négatif placé plus haut sur la moelle saine, détermine une augmentation de pression; elle monte à 38 millimètres. Le courant, dirigé en sens inverse, fait baisser la pression à 25 millimètres.

Sur le bout inférieur de la moelle, le pôle positif placé sur la coupe de la moelle et le pôle négatif placé plus bas sur la moelle saine, fait monter la pression à 40 millimètres. Le courant en sens inverse détermine un léger abaissement de la pression. On emploie alors les courants d'induction; ils déterminent d'abord une ascension notable, mais, assez rapidement après, un abaissement très-considérable. La respiration et le cœur s'arrêtent, et l'animal meurt promptement.

Exp. XLVIII. — Sur un chien qui, précédemment, avait déjà subi une opération au cou, on introduit une canule dans l'artère crurale

pour prendre la tension. On enfonce un des pôles dans la moelle au niveau de la deuxième vertèbre lombaire, et l'on place l'autre pôle sur la plaie de la jambe.

Le pôle positif étant sur la moelle et le pôle négatif étant sur la plaie de la jambe, la tension baisse d'abord légèrement, puis elle s'élève de 20 à 30 millimètres de mercure. Le courant inverse, c'est-à-dire le pôle positif placé sur la jambe et le pôle négatif sur la moelle, détermine d'abord une légère élévation de la pression, puis il la fait descendre de 15 millimètres. Une seconde application donne les mêmes résultats; mais l'abaissement déterminé par le courant centripète a été suivi pendant un instant d'une élévation bien marquée.

Les courants centripètes paraissent bien plus douloureux que les courants centrifuges.

Tension veineuse. — Exp. XLIX. — Sur un lapin, on sectionne le grand sympathique au cou du côté droit. Trois quarts d'heure après, on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans la veine jugulaire. La tension veineuse est très-faible, elle oscille entre 30 et 40 millimètres d'eau. L'électrisation du grand sympathique détermine une ascension de 10 à 15 millimètres. Chaque fois que l'on cesse l'électrisation, la tension baisse, et elle remonte régulièrement quand on électrise le grand sympathique. Cet animal avait perdu beaucoup de sang pendant l'opération.

Exp. L. — On met le grand sympathique à nu chez un lapin, sans le couper, et l'on prend la pression dans la veine jugulaire. En mettant le pôle positif sur le sympathique et le pôle négatif sur l'oreille du même côté, on obtient une élévation constante et progressive de la tension. Toujours, dans les autres cas, la tension reste au niveau primitif; elle ne monte ni ne descend.

Exp. LI. — Sur un lapin, on prend la tension de la veine jugulaire sans isoler le grand sympathique. En mettant le pôle positif dans la bouche et le pôle négatif sur la plaie du cou, on obtient une élévation de tension régulière de 60 millimètres d'eau. En mettant le pôle négatif dans la bouche et le pôle positif sur la plaie, la tension reste au même niveau, sans élévation ni abaissement.

Exp. LII. — Sur un lapin, on prend la tension de la veine jugulaire, et l'on met le sympathique à nu. L'électrisation directe du grand sympathique avec des courants continus à direction centrifuge détermine chaque fois une élévation de la tension veineuse. Le courant centripète n'apporte aucun changement.

Exp. LIII. — Sur un chien, on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans la veine crurale, et l'on met le nerf sciatique à nu.

La tension veineuse augmente chaque fois qu'on irrite mécaniquement le nerf. Au commencement, élévation très-forte de la tension lorsqu'on électrise le nerf sciatique, soit avec des courants interrompus, soit avec des courants continus. L'animal crie beaucoup et se débat, quoiqu'il soit sous l'influence du chloroforme. L'eau monte dans le tube par secousses. Lorsque l'animal est plus tranquille et qu'il est un peu fatigué, on obtient avec les courants interrompus une augmentation de la tension, mais cette augmentation se fait par soubresauts. La tension se maintient plus élevée qu'à l'état normal.

Avec des courants continus, la tension augmente; mais, au lieu de se faire par secousses, elle a lieu lentement et graduellement, l'animal restant calme.

Exp. LIV. — Sur un chien jeune et robuste, on met le sympathique uni au pneumogastrique à nu d'un côté, et on le sectionne. Hémorrhagie très-abondante en voulant introduire la canule dans la veine jugulaire. La tension veineuse est de 200 millimètres d'eau. Il y a des pulsations et une légère élévation de la tension à chaque expiration; à chaque inspiration il y a un léger abaissement de la tension.

Lorsqu'on électrise, au moyen de courants continus, le grand sympathique, on obtient une élévation de tension qui varie de 20 à 70 millimètres d'eau. Cette élévation ne se fait pas tout d'un coup, mais progressivement. Souvent, au premier instant, il y a un léger abaissement, et la colonne d'eau continue encore à monter pendant quelque temps lorsqu'on a cessé l'électrisation; puis elle commence à baisser, mais elle se maintient toujours à un niveau plus élevé qu'au commencement de l'expérience.

Les pulsations sont plus prononcées pendant l'électrisation. Les mouvements et les cris font en général augmenter la tension; mais le maximum obtenu par l'électrisation ne peut se maintenir lorsqu'on cesse l'électrisation, malgré les cris de l'animal et la contraction provoquée de plusieurs muscles. Le courant centrifuge détermine une élévation plus grande de la tension que le courant centripète. Ce dernier détermine même souvent un abaissement de la tension.

Exp. LV. — Sur une chienne âgée, on introduit la canule de l'hémodynamomètre dans la veine jugulaire. Le grand sympathique uni au pneumogastrique avait été coupé du même côté une heure aupara-

vant. La pression veineuse est de 130 à 140 millimètres d'eau. On électrise le sympathique avec des courants continus, et la pression monte lentement. L'animal reste calme pendant cette élévation de pression. Le courant centrifuge fait monter la pression de 10 à 15 millimètres de plus que le courant centripète. Les courants d'induction déterminent d'abord une élévation de pression de 70 millimètres ; puis, en continuant l'électrisation, la pression diminue et tombe au-dessous de son niveau primitif.

En triturant le nerf entre les mors d'une pince, la pression monte rapidement ; mais il faut noter qu'en même temps l'animal fait des mouvements très-violents.

Exp. LVI.—Chez un chien robuste, on trépane le crâne. *En mettant le pôle positif sur la portion du cerveau mise à nu et le pôle négatif sur la plaie du cou, on détermine un resserrement des vaisseaux, et le cerveau s'affaisse légèrement, mais d'une manière visible. En mettant le pôle positif sur la plaie du cou et le pôle négatif sur le cerveau, on observe une injection des capillaires cérébraux, et le cerveau fait hernie à travers l'ouverture pratiquée sur la voûte crânienne.*

On administre alors 4 centigrammes de chlorhydrate de morphine, et l'on reprend la pression dans la veine jugulaire. L'électrisation avec les courants continus n'influe que très-faiblement sur les changements de tension, et l'on obtient également des résultats nuls en prenant la tension dans les artères.

RECHERCHES CLINIQUES.

Les expériences que nous venons de relater nous montrent, d'un côté, une différence essentielle dans la contraction des artérioles, selon que cette contraction est spasmodique, tétanique, ou qu'elle est péristaltique. Elles prouvent, d'un autre côté, qu'en déduisant de l'action des courants d'induction l'action physiologique des fibres-cellules des artérioles, on tombe dans une erreur inévitable qui a pour cause l'action toute spéciale de ce mode d'excitation.

Ces deux modes de contraction des vaisseaux périphéri-

ques ont, dans la pathologie et dans la thérapeutique, leur importance capitale, et donnent des phénomènes pathologiques une explication plus satisfaisante que la plupart des hypothèses admises jusqu'ici.

Les courants interrompus peuvent être employés chaque fois qu'il s'agira d'arrêter une hémorrhagie : c'est ainsi qu'ils ont été employés avec succès dans un cas d'hémorrhagie utérine. Dans bien d'autres circonstances du même genre, ils pourraient rendre de grands services. Mais il est important de se rappeler toujours que, dès qu'on cesse l'électrisation, la circulation peut se faire plus abondamment, comme le prouve une expérience que nous avons relatée. Sous l'influence d'un courant d'induction appliqué sur le sympathique, les artères se rétrécissent et la température baisse. En cessant l'électrisation, les artères reparaissent peu à peu, et finalement, deviennent plus grosses qu'avant l'opération, en même temps la température s'élève.

Il nous paraît impossible d'expliquer ces faits autrement que par un relâchement des fibres musculaires des artérioles, relâchement qui succède toujours à une contraction violente et prolongée de ces mêmes fibres. Tout élargissement du calibre des vaisseaux amène toujours une plus grande quantité de sang dans les parties périphériques, et par conséquent en augmente la température.

M. Duchenne (de Boulogne) pour expliquer l'influence des courants induits sur la circulation a cherché à établir une théorie peu probable. Il part de cette hypothèse qu'il y a des nerfs *constricteurs* des vaisseaux et des nerfs *dilatateurs* de ces mêmes vaisseaux, et il donne comme preuve cette considération générale, que « toute action musculaire doit avoir son antagonisme et que cette loi doit aussi

existier pour les muscles à fibres lisses comme pour les muscles striés ». Cela est vrai, en général, pour les muscles des membres et du tronc, car les mouvements de l'animal peuvent se faire dans tous les sens, mais cela est complétement erroné pour les organes de vie végétative. Il n'y a pas de muscles antagonistes, ni pour le cœur, ni pour la vessie, ni pour les intestins, ni pour les vaisseaux. Comme nous le dirons en étudiant, d'une manière générale, les fibres lisses, la seule influence qui agisse en sens inverse de la contraction de ces fibres lisses et qui ramène les tubes à leur calibre normal, est celle du tissu élastique qui se trouve dans les parois.

Cette théorie des nerfs dilatateurs a été proposée pour la première fois par M. Schiff. Mais nous ferons remarquer tout d'abord que l'anatomie ne justifie en rien cette hypothèse ; aussi M. Schiff est le premier à dire qu'il y a quelque chose d'inexplicable dans cette théorie, et il ne sait donner une origine anatomique aux prétendus nerfs dilatateurs. Cette hypothèse a eu surtout pour but de chercher à expliquer certains phénomènes de congestion active, qui ne pouvaient l'être dans la paralysie des nerfs vaso-moteurs. Dans le chapitre précédent, nous avons montré que plusieurs de ces phénomènes dépendaient non de l'action des nerfs dilatateurs, mais de la contraction autonome des artérioles.

On sait, par exemple, que la galvanisation de la corde du tympan produit dans la glande sous-maxillaire une augmentation considérable de la circulation et de la sécrétion. L'explication de ce fait est bien difficile d'après les théories généralement admises : on a dit d'abord que l'irritation de la corde du tympan agissait sur les cellules nerveuses disséminées dans la glande, et que ces cellules réagissaient par

action réflexe sur les nerfs vaso-moteurs en les paralysant; puis on a prétendu que l'irritation de ce filet nerveux dilatait activement et directement les vaisseaux.

Au risque d'être accusés, nous aussi, de torturer les faits pour les accommoder à une théorie, nous dirons simplement que la faradisation de la corde du tympan provoque, dans la glande sous-maxillaire, une excitation analogue à celle que produit une goutte de vinaigre sur la langue, et par action réflexe une activité plus grande des contractions autonomes des artères, par conséquent un afflux de sang plus considérable; c'est pour la même raison que certaines névralgies s'accompagnent de rougeur et d'une activité plus grande de la circulation et des sécrétions.

L'expérience principale sur laquelle insiste M. Schiff pour la démonstration de son hypothèse, ne nous semble pas remplir son but ; cet habile physiologiste, après avoir sectionné d'un côté le sympathique cervical du lapin, place l'animal dans une étuve chauffée à 30 ou 40 degrés et constate, après quelque temps, que l'oreille du côté où le sympathique est intact est plus chaude que l'autre, c'est-à-dire l'interversion des phénomènes habituels. M. Schiff en tire des conclusions pour sa théorie des nerfs dilatateurs, dont l'action serait surexcitée par la chaleur, du côté où le nerf n'est pas coupé (notons qu'ici il faut admettre que le sympathique contient à la fois les nerfs constricteurs et dilatateurs) ; mais nous ne voyons pas pourquoi chez ce lapin, la chaleur exagérerait l'effet des nerfs dilatateurs aux dépens des constricteurs; la chaleur ne doit pas agir d'une façon sur les premiers et d'une autre façon sur les seconds, et de l'antagonisme de ces nerfs résulterait un état moyen de dilatation vasculaire sous l'influence du même excitant ; or, on

obtient une turgescence énorme. On peut donner à cette expérience une interprétation plus acceptable ; la chaleur de l'étuve favorise les fonctions vaso-motrices et les contractions successives des fibres-cellules ; comme celles-ci ne peuvent s'exercer que sur l'oreille dont l'innervation est conservée, la température s'élève de ce côté, et reste stationnaire du côté opéré ; il en est de même pour plusieurs autres causes d'excitation. A la suite de la section du sympathique, la température est augmentée, mais elle n'atteint pas le degré que l'on peut observer lorsque les fonctions vaso-motrices sont activées.

Nous pensons donc que les nerfs dilatateurs des vaisseaux n'existent pas plus que les dilatateurs de l'intestin ; en tous cas, il est certain que les tissus propres à la dilatation active des artérioles ont échappé à tous les anatomistes et n'ont été imaginés que pour les besoins de la théorie (1).

D'ailleurs, en supposant même que les nerfs dilatateurs existent, on ne comprendrait pas encore comment il se fait que les courants d'induction aillent exciter uniquement les nerfs dilatateurs. Les nerfs constricteurs, les seuls qu'on ait démontrés jusqu'à présent, doivent donc surtout être excités par le passage des courants d'induction, et par conséquent il ne peut y avoir qu'un resserrement des vaisseaux. Cela est mis hors de doute par toutes les expériences faites sur l'homme et sur les animaux.

Il est donc impossible d'admettre que les courants d'induction puissent augmenter la circulation en élargissant le diamètre des vaisseaux d'une manière active. Le fait réel

(1) M. Schiff semble avoir abandonné, depuis quelque temps, la théorie des nerfs dilatateurs, et M. Duchenne seul défend encore cette hypothèse.

est que, pendant tout le temps de leur passage, ils rétrécissent les artérioles et diminuent la quantité de sang qui circule dans les tissus.

Mais si, au lieu de considérer l'action directe des courants d'induction, on étudie l'influence qu'ils exercent par la contraction musculaire et celle qu'ils produisent après leur passage, on voit qu'ils peuvent, en effet, augmenter *indirectement* la circulation.

On sait, en effet, que la contraction musculaire est accompagnée d'une circulation plus grande dans l'intérieur du muscle. Mais, pour obtenir cet effet, il faut déterminer une succession de contractions et de repos ; il faut en un mot que le muscle, se relâchant, ne comprime plus les vaisseaux qu'il renferme. Le passage des courants induits ne doit pas être trop prolongé et continu, sans quoi on obtient la contracture du muscle, et par suite, une compression des vaisseaux, et en même temps on agit sur les filets du sympathique et l'on détermine la contraction des artérioles par l'excitation des nerfs vaso-moteurs.

En second lieu, comme nous l'avons déjà dit, lorsque les courants induits viennent à être suspendus, les fibres musculaires des vaisseaux qui ont été contractées énergiquement, se relâchent, et aussitôt survient, comme dans la paralysie des nerfs vaso-moteurs, une circulation plus abondante. Aussi, est-ce surtout immédiatement après la cessation de l'électrisation que la température est plus élevée pour les membres qui ont été traversés par des courants induits.

Nous ne nions donc nullement que les courants d'induction puissent augmenter la circulation, mais cette action n'est qu'indirecte. Cependant lorsqu'*on agit uniquement sur*

les nerfs sensitifs, les courants induits produisent immédiatement un plus grand aflux de sang dans les parties électrisées.

C'est ainsi qu'en électrisant avec des courants induits la corde du tympan (Cl. Bernard), on produit dans la glande sous-maxillaire une augmentation considérable de la circulation et de la sécrétion. De même, lorsqu'on met à nu le nerf auriculo-temporal et qu'on électrise le bout central (Schiff), on obtient une turgescence très-prompte de toute l'oreille. Le même phénomène a lieu en électrisant la plupart des nerfs sensitifs qu'on peut isoler (Loven). Nous avons examiné ailleurs les différentes théories auxquelles ces faits ont donné lieu ; mais au point de vue où nous nous plaçons, il nous importe seulement de tenir compte du fait, quelle qu'en soit la cause.

L'électrisation des membres au moyen des courants interrompus porte en général sur toutes les parties; les nerfs moteurs et les nerfs sympathiques sont atteints par le courant aussi bien que les nerfs sensitifs, et par conséquent l'effet consécutif est un resserrement des vaisseaux.

Il existe cependant un procédé d'électrisation, dans lequel on agit surtout sur les nerfs sensitifs : c'est lorsqu'on électrise la peau avec des réophores secs, comme le pinceau métallique. Dans ce cas, la non-conductibilité de l'épiderme (lorsqu'il n'est pas humecté) empêche l'électricité de pénétrer dans l'intérieur des organes. On agit donc ainsi principalement sur les nerfs sensitifs cutanés, et l'excitation de ceux-ci, comme celle de nerfs sensitifs spéciaux et profonds, produit une circulation plus active et une élévation de température. M. Brown-Séquard et Lombard ont observé d'ailleurs que l'irritation des nerfs cutanés détermine, d'une

manière active, l'élévation de température du membre irrité (1).

Les courants induits agissent donc d'une manière toute différente sur la circulation, selon leur mode d'application. Mais, dans le cas d'électrisation cutanée, ce n'est plus une action spéciale des courants électriques ; l'électricité n'agit plus que comme mode d'irritation énergique et facile à manier ; le pincement, les frictions, les sinapismes, etc., agissent de la même façon, mais dans des proportions moindres.

M. Duchenne a proposé l'électrisation cutanée dans les névralgies, les hyperesthésies cutanées et musculaires. Selon ce médecin, l'électrisation cutanée produirait indirectement l'anesthésie du nerf malade en déterminant une douleur dérivatrice. Cette explication est un peu hypothétique, d'autant plus qu'elle implique un terme vague par lui-même, celui de dérivation. Nous venons de voir que l'irritation des nerfs sensitifs cutanés détermine une augmentation de la circulation, et c'est dans ce fait physiologique que nous trouvons la meilleure explication de l'action des médicaments dérivatifs ; car, nous le répétons, dans les cas où l'électrisation cutanée est suivie de succès, on obtient également de bons résultats avec les frictions, le fer rouge promené rapidement sur la peau, les vésicatoires, etc. A. Becquerel, avait donc parfaitement raison lorsqu'il soutenait, contre M. Duchenne, que l'électrisation cutanée agissait dans les névralgies en produisant « une véritable hypérémie capillaire qui, très-probablement, doit jouer un rôle dans le déplacement de la douleur névralgique ».

(1) *Archives de physiologie*, novembre-décembre 1868.

Nous voyons donc que, sans recourir à des hypothèses qui ne reposent sur aucun fait anatomique, ni sur aucune preuve physiologique, on peut expliquer d'une manière très-nette l'influence des courants induits sur la circulation.

En résumé, les courants induits appliqués directement sur un membre, et d'après les méthodes ordinaires, déterminent le resserrement des artérioles, par leur action sur les nerfs vaso-moteurs, comme le prouvent les expériences physiologiques et les faits cliniques.

Ces mêmes courants électriques peuvent, dans certains cas, amener une augmentation de la circulation :

1° Immédiatement après leur application, probablement par épuisement momentané des fibres musculaires des artérioles ;

2° En produisant des contractions des muscles, contractions qui sont toujours accompagnées d'un plus grand afflux de sang ;

3° En agissant directement sur les nerfs sensitifs.

On comprend, d'après ces données, que dans certaines conditions, les courants induits peuvent agir avantageusement sur la circulation d'un membre, et par suite sur la nutrition. M. Duchenne (fils) nous avait donc mal lu ou lu très-incomplétement, lorsqu'il nous reprochait (*Gazette des hôpitaux*, avril 1869) de croire que la faradisation localisée n'agit sur la nutrition des muscles, que par l'*action indirecte de la contraction musculaire*. Certes, nous le répétons, c'est là l'action la plus importante des courants induits, mais nous ne nions nullement que dans un membre où les muscles ont perdu toute contractilité électro-musculaire, les courants induits ne puissent à la longue agir sur la nutrition

de ces muscles et en ramener la contractilité électro-musculaire. L'exemple choisi par M. Duchenne, n'est d'ailleurs pas bien heureux, car s'il est vrai «qu'à force de persévérance il est parvenu à triompher» d'une paralysie traumatique au moyen de courants induits, c'est justement dans ces cas qu'il est plus avantageux d'employer les courants continus pour lesquels la contractilité musculaire est conservée, et qui agissent en même temps bien plus énergiquement sur la nutrition générale.

Enfin, pour montrer l'influence directe des courants d'induction sur la circulation, M. Duchenne et plusieurs autres médecins s'appuient sur la rubéfaction de la peau, aux endroits où sont appliqués les rhéophores.

Nous ferons d'abord observer que dans les premiers moments, on remarque plutôt la pâleur de la peau, et que la rubéfaction n'apparaît qu'un peu plus tard. On pourrait donc admettre dans ce cas, comme cela a été admis dans beaucoup de cas, qu'une contraction très-forte des fibres-cellules des vaisseaux est bientôt suivie d'un relâchement de ces fibres. Ce fait d'ailleurs est incontestable, mais il faut encore tenir compte, dans ce cas, d'autres conditions sur lesquelles on n'a pas encore attiré l'attention. Au-dessus et bien plus superficiellement que les vaisseaux sanguins, se trouve le réseau lymphatique. La coloration rouge du réseau vasculaire est donc cachée ou atténuée par la coloration blanche de la lymphe, et chaque fois que le réseau lymphatique est enlevé (plaie, eczéma, maladies diverses de la peau, etc.), on a une coloration rouge permanente de la peau.

Donc, lorsque le réseau lymphatique sera vide de lymphe, la peau paraîtra toujours rouge en ces points, et c'est, en

effet, ce qu'on obtient dans plusieurs cas, lorsqu'en irritant les vaisseaux lymphatiques, on les fait se contracter et chasser la lymphe qu'ils renferment.

Lorsqu'on promène vivement l'ongle sur la peau, on obtient, au premier instant, une ligne blanche qui, aussitôt après, apparaît rouge. On a expliqué ce phénomène en admettant que les vaisseaux sont paralysés à la suite de cette excitation et après s'être contractés très-fortement. Tout en admettant une partie de cette explication, nous sommes persuadés que la coloration rouge est due également à l'absence de lymphe en ce point, car de même que les vaisseaux sanguins, les vaisseaux lymphatiques ont été irrités et ont dû se contracter, et comme la circulation de la lymphe est bien plus lente que celle du sang, le sang est déjà revenu dans les capillaires avant que le réseau lymphatique ne soit de nouveau rempli. La meilleure preuve de l'exactitude de cette explication, c'est que des deux côtés de la ligne rouge, il se forme deux lignes blanches un peu soulevées, et qui sont dues à l'accumulation en ces points de la lymphe chassée des parties voisines. Comme pour les vaisseaux sanguins, à une irritation très-forte et à une contraction longtemps prolongée, peut succéder la paralysie des vaisseaux lymphatiques, et alors, surtout dans certains cas pathologiques, il survient aux points irrités une accumulation de lymphe qui peut même produire des vésicules.

C'est à notre ami M. le docteur Kœberlé que nous devons cette explication, qui nous paraît très-exacte. Il nous a en même temps, à l'appui de cette théorie, communiqué l'observation suivante qui montre bien l'influence sur le système lymphatique des irritations faites sur la peau.

Affection curieuse de la peau, par Heusinger, de Marburg. — Un

jeune paysan, âgé de seize ans, originaire de Niederasphe, souffrait presque continuellement d'épistaxis pendant les travaux de la campagne. Santé bonne, développement normal, fraîcheur, constitution un peu délicate, sensibilité. Épistaxis quelques jours après son entrée à l'hôpital, qui eut lieu en 1863. Ce qu'il y a de remarquable chez cet individu, c'est qu'il se forme des plaques sur toutes les parties du corps sur lesquelles on exerce une pression. Lorsqu'on dessine avec le doigt des figures sur la peau, elles apparaissent aussitôt avec des contours bien arrêtés. Emploie-t-on, par exemple, une clef pour tracer des caractères, l'écriture est visible au bout d'une demi-minute en rouge, et la peau reste unie. Bientôt après, on aperçoit des élévations blanches sur les plaques rouges, et, deux à trois minutes après, l'écriture est aussi nette que si elle avait été tracée par le ciseau d'un sculpteur. Les lettres disparaissent au bout de trente à quarante minutes et ne laissent pas de traces. A l'apparition des caractères, la température de la peau s'élève environ d'un degré Réaumur. Les élévations ressemblent d'une manière frappante aux plaques urticulaires, et laissent suinter une goutte de sérum lorsqu'on les ouvre avec une aiguille.

Le malade présenta le même phénomène en 1865 et en 1866. La température s'éleva alors de 1 1/2 à 2 degrés 1/2 centigrades. L'épistaxis qui accompagnait l'affection fit penser à un *morbus maculosus Werlhofii.*

La cause de ce singulier phénomène résiderait-elle peut-être dans une modification de l'innervation cutanée?

(*Union médicale de la Gironde.*)

On peut, dans beaucoup d'autres cas pathologiques, constater le même phénomène, et l'action du vésicatoire ne peut s'expliquer que par ce mécanisme.

Nous le répétons, il est évident que dans ces cas, il faut avant tout, qu'il y ait du sang en grande quantité dans les capillaires sanguins, sans quoi la couleur rouge n'apparaîtrait pas. Mais nous croyons que cette couleur ne serait ni si prononcée, ni si persistante, si, en même temps, les vaisseaux lymphatiques de la région cutanée sur laquelle on agit, n'étaient contracturés et vides de lymphe. Dans tous les cas, cette rubéfaction locale ne peut, en aucune façon,

servir à démontrer l'influence directe d'un agent quelconque sur la circulation périphérique.

Influence des courants électriques sur certains phénomènes vasculaires et principalement sur ceux de la matrice.

Quoi qu'il en soit de toutes ces théories, il y a un fait certain, c'est que les courants intermittents, à moins d'agir uniquement sur les nerfs sensitifs, déterminent le rétrécissement des artérioles. Dans la plupart des cas, ils produisent donc l'arrêt ou la diminution de la circulation, et ils ne peuvent augmenter la circulation qu'en agissant par action réflexe sur les nerfs sensitifs, ou indirectement par la contraction des muscles striés. Enfin, après leur cessation, les fibres musculaires des artérioles, après avoir été contractées, éprouvent un relâchement momentané et permettent ainsi un plus grand afflux de sang.

Il ne faut donc pas songer, en général, à employer les courants induits lorsqu'on veut augmenter uniquement les phénomènes circulatoires, et il sera toujours préférable, dans ce cas, d'avoir recours aux courants continus. Ainsi, dans l'aménorrhée, malgré l'avis de quelques médecins et entre autres de M. Duchenne, les courants induits ont peu d'influence et même présentent quelque danger. A. Becquerel rapporte le cas d'une jeune femme à laquelle on appliqua l'électricité pour une névralgie à l'époque de ses règles, et celles-ci furent aussitôt supprimées. Des accidents opposés peuvent, par contre, être redoutés dans l'emploi des courants continus.

L'observation suivante, due à Hiffelsheim (1), est très-importante sous ce rapport :

(1) *Des applications médicales de la pile de Volta.* 1861, p. 15.

Je soignais, dit Hiffelsheim, une jeune dame atteinte de ramollissement cérébral. Tous les traitements avaient échoué; je fus invité à tenter ce que les courants continus pourraient modifier. Je lui appliquai une pile de trente éléments larges, un quart vinaigre, sur la tête, du front à la nuque. Comme cela l'importunait beaucoup, je lui plaçai la pile sur le dos. Depuis huit mois elle était aménorrhéique. Elle dépérissait à vue d'œil. Un jour, elle fut prise d'une métrorrhagie inquiétante; pendant qu'on me chercha, on eut l'idée de lui retirer la pile, la métrorrhagie cessa aussitôt.

Cette femme avait un souverain mépris de la vie et ne se soignait que malgré elle. Alors, voulant avoir « le cœur net » quant à l'interprétation de cette perte, elle remit la pile de son propre chef, le surlendemain. Nouvelle perte. On la retira ; le phénomène cessa.

M. Hiffelsheim cite en même temps un certain nombre de cas de dyménorrhées qui ont été guéris par les courants continus. Nous avons observé les mêmes faits, et chez plusieurs femmes en traitement, nous avons souvent vu les règles apparaître plus abondantes et de quelques jours en avance. Dans quelques cas, l'apparition de la menstruation est précédée de coliques.

Chez une jeune fille de dix-sept ans, chlorotique et anémique au plus haut point, et qui, depuis cinq mois, n'avait plus ses règles, nous avons ramené, au bout de six séances d'électrisation, la menstruation. Nous avons employé un courant descendant de vingt à vingt-six éléments et qui était appliqué sur la portion lombaire de la moelle.

Cette influence des courants de la pile sur les menstrues a été observée dès les premières années de la découverte du galvanisme. A la fin du siècle dernier, on trouve dans la plupart des ouvrages des observations sur ce sujet; nous citerons la suivante, due au docteur de Molle, surtout à cause de la direction du courant. Une demoiselle, âgée de dix-neuf ans, dont les règles étaient suspendues depuis plusieurs mois, fut traitée par les courants de la pile, en plaçant le pôle positif sur les reins

et le pôle négatif sur les jambes. Au bout de trois séances, les menstrues reparurent, durèrent deux jours et furent peu abondantes. Pendant ce temps, la malade ressentit des coliques assez fortes ; un mois après, on se disposait à employer le même moyen, lorsque l'évacuation menstruelle eut lieu naturellement (1).

La direction du courant dans l'observation précédente est centrifuge; c'est certainement celle qu'il est préférable d'employer.

Nous ajoutons de plus qu'il n'est nullement nécessaire, pour traiter les cas d'aménorrhée, de placer un des pôles sur le col utérin, procédé souvent impraticable d'abord parce qu'il s'agit, la plupart du temps, de jeunes filles, et en second lieu, parce que ce moyen répugne à beaucoup de femmes. Il suffit, et c'est en procédant ainsi que nous avons eu des cas de succès, d'électriser la colonne vertébrale avec un courant descendant. Cela est même préférable que de placer un des pôles sur la paroi abdominale.

C'est en employant ce mode d'électrisation que, sans le vouloir, nous avons, chez des femmes électrisées pour d'autres affections, fait apparaître les règles un peu plus tôt et quelquefois plus abondantes.

Nous ne ferons que mentionner ici combien il est la plupart du temps plus utile d'appliquer les courants continus sur les centres nerveux et non sur les parties périphériques malades ; cela est surtout vrai pour les cas où l'on veut agir sur la circulation d'un organe. Nous venons de dire comment, en agissant sur la partie lombaire de la moelle, nous pouvions augmenter la circulation, et il nous paraît utile, pour bien démontrer la vérité de ce que nous avançons, de

(1) *Histoire du galvanisme*, par Sue, professeur à la Faculté de Paris, 1806. 3 volumes.

rapprocher de ce fait, une observation faite par Remak dans un cas de névralgie à la suite d'une affection de la matrice.

L'action antinévralgique, dit-il (1), des courants constants la plus curieuse est celle qui résulte de l'application directe du courant constant sur certains points des centres nerveux, sans relation apparente de ces points avec la partie des membres frappés de névralgie.

Pour donner une idée de cet effet, je citerai l'exemple d'une dame de trente-deux ans, mariée depuis dix ans à un médecin et restée stérile. Après avoir souffert pendant quelques années d'une métrite chronique qui fut traitée par cautérisation locale, laquelle laissa un endurcissement de l'utérus assez notable, elle fut saisie peu à peu d'accès névralgiques dans les deux jambes, localisés chacun sur de petites surfaces rondes de quelques centimètres de diamètre. Au plus léger toucher de ses habits, cette dame ressentait une douleur insupportable qui l'empêchait de marcher, en sorte que pendant le maximum d'intensité des accès, elle était quasi paralysée. Ces accès duraient quelquefois quarante-huit heures. La malade se plaignait elle-même d'un malaise dans le dos qui l'obligeait à se tenir un peu courbée. En examinant de près le dos, je pus reconnaître que, pendant les accès les plus violents de la névralgie, il existait entre la quatrième vertèbre dorsale et la troisième vertèbre lombaire un point particulier situé quelquefois sur la colonne vertébrale, et plus souvent sur le trajet d'un nerf intercostal. En mettant le pôle positif sur le point de la colonne vertébrale correspondant à l'origine de ce nerf intercostal, j'eus la satisfaction d'observer *toujours* la cessation subite de l'accès névralgique. Le traitement de la maladie dura trois à quatre mois, pendant lesquels je fis l'expérience 25 à 30 fois. On observe souvent le même effet sur des hommes, qui, à la suite d'une paralepsie cervicale (*tabes cervicalis*), souffrent de névralgies excentriques dans les membres, qui souvent sont confondues avec des douleurs rhumatismales.

L'influence des courants continus sur la circulation, si elle a des avantages, peut aussi avoir quelques inconvénients. Nous avons cité plus haut le fait observé par Hiffelsheim, et

(1) *Application du courant constant au traitement des névroses*. 1865.

il nous enseigne qu'il faut agir avec prudence chez les femmes sujettes à des pertes utérines. Il en sera de même dans les cas de grossesse.

Nous n'avons cependant jamais observé que deux accidents sans importance.

Dans un cas d'ataxie locomotrice dans le service de M. Béhier, remplacé alors par M. le docteur Ball, nous avions appliqué les courants continus. Les courants étaient dirigés sur la moelle, et ils étaient d'une intensité assez grande. Au bout de quelques séances, la malade fut prise subitement d'un crachement de sang. Jamais, auparavant, elle n'avait eu d'hémoptysie, et certes, quoiqu'on puisse admettre une coïncidence, nous croyons volontiers que l'électrisation fut cause de cet accident.

Chez un autre malade amaurotique, nous appliquions les pôles sur le sympathique du cou, et, les trois premières séances, il lui survenait quelque temps après l'électrisation des saignements du nez qui, d'ailleurs, n'ont jamais présenté la moindre gravité.

Influence des courants dans l'impuissance.

Nous avons vu que l'érection était un phénomène essentiellement vasculaire, et qu'il était dû à un plus grand aflux de sang artériel. Les expériences de l'un de nous ont démontré d'une manière incontestable que cette plus grande quantité de sang qui arrivait dans les tissus érectiles n'était pas le résultat d'une paralysie des nerfs vaso-moteurs, mais bien d'une excitation de ces nerfs.

En coupant, chez les dindons, les nerfs sympathiques d'un côté du cou, le tissu érectile de la crête de ce côté ne peut

plus entrer en turgescence, il reste mou et violacé, tandis que la partie correspondante du côté sain se gonfle, s'injecte de sang rouge et entre en érection chaque fois qu'on excite l'animal. Chez les chiens, en coupant les nerfs vasomoteurs qui se rendent aux organes génitaux, on abolit complétement l'érection du pénis ; on la détermine, au contraire, en passant un fil sur ces nerfs, de manière à ne pas les endommager, mais à maintenir une légère compression.

Nous avons essayé expérimentalement de déterminer, au moyen des courants électriques, des érections chez des chiens. Avec les courants continus, nous avons obtenu une légère turgescence, mais jamais nous n'avons réussi à produire une érection. Les chiens étaient chloroformisés afin de diminuer l'influence psychique, mais on comprend, d'un autre côté, que le chloroforme et les dissections que l'on est obligé de faire pour mettre les nerfs à découvert sont autant de causes défavorables.

Chez l'homme, quelques personnes ont accusé, à la suite d'électrisation de la tête par des courants continus, des érections très-fortes la nuit suivante. Il faut ajouter que ces personnes étaient fort peu malades, et elles comparaient l'excitation éprouvée à celle que leur donnaient les premiers bains de mer. Quant à l'impuissance proprement dite, est-elle guérissable par les courants électriques? Et quels sont les courants qu'il faut préférer?

On peut distinguer plusieurs cas d'impuissance. Benedikt en admet trois formes : celle par habitude d'onanisme, celle par abus d'excès vénériens, consistant dans une turgescence plus ou moins grande du pénis, mais avec éjaculation *ante introïtum in vaginam*, et enfin, celle dans laquelle il n'y a plus d'érection ni de désirs sexuels.

Nous préférons n'admettre que deux formes et ne pas tenir compte de l'étiologie : dans l'une, les érections existent encore, surtout pendant la nuit, mais elles sont très-faibles ou nulles au moment du coït. De plus, presque toujours l'éjaculation a lieu *ante introitum in vaginam.* En un mot, il n'y a pas impuissance complète, mais affaiblissement des organes génitaux (1).

Dans la seconde forme, il y a, en général, eu une lésion organique de la moelle, qui a amené une atonie complète des organes génitaux. Il n'y a plus aucune érection même la nuit et plus aucun désir sexuel. Dans ces cas, il y a presque toujours, en même temps, une affection de la vessie.

Dans la première forme, la guérison est possible ; dans la seconde, elle est bien rare.

Les causes qui produisent la première forme d'impuissance sont nombreuses; ce sont principalement les abus vénériens et surtout ceux contre nature, une sorte d'atonie plus ou moins congénitale, les pertes séminales, et l'anesthésie cutanée de toute cette région.

C'est dans cette dernière forme seulement qu'il est avantageux d'employer les courants induits. M. Duchenne cite un cas de ce genre accompagné d'anesthésie vésicale, et qu'il guérit par ce moyen. Schultz (*Wiener mediz. Wochenschrift*, 1854 et 1861) a également employé l'électrisation cutanée dans des cas d'impuissance avec anesthésie. On comprend, en effet, que dans ces conditions on agisse plus énergique-

(1) M. le docteur Pelisari, de Florence, nous a rapporté un cas très-curieux d'impuissance qu'il a observé dans sa clientèle. Ce cas se rapproche des paralysies hystériques. Un jeune homme, surpris au moment du coït par le mari, éprouva une telle émotion qu'à partir de cette époque, et il y a de cela plusieurs années, il est toujours resté complétement impuissant.

ment avec les courants induits qu'avec les courants continus. Mais cette forme d'impuissance est assez rare.

Les pertes séminales sont aussi souvent la cause de l'impuissance, et nous renvoyons le traitement de cette forme, dans le chapitre où nous étudions d'une manière générale les modifications des fibres lisses sous l'influence des courants électriques.

Nous avons traité avec succès deux cas d'impuissance ne présentant, en dehors de cette affection, aucun autre symptôme, soit du côté de la moelle, soit du côté des organes génitaux.

Dans un cas, un jeune homme de trente-deux ans s'était aperçu depuis près de deux ans, d'abord d'érections assez faibles et d'éjaculations dès les premiers attouchements, puis depuis plusieurs mois les érections avaient complétement disparu. Il avait eu autrefois des blennorrhagies et des accidents syphilitiques, mais toutes ces affections étaient complétement guéries et il n'en restait aucune trace.

Nous appliquâmes, à chaque séance, sur la région lombaire de la moelle un courant ascendant de quarante à cinquante éléments Remak pendant près de dix minutes, et pendant cinq à dix minutes, nous placions ensuite les rhéophores près de l'anneau inguinal afin d'agir sur les nerfs du cordon.

Au bout d'une dizaine de séances, les érections reparurent pendant la nuit, et au bout d'un mois et demi de traitement, le malade nous assura qu'il avait complétement retrouvé ses facultés génésiques. Nous revîmes ce malade neuf mois après, et sa guérison s'était parfaitement maintenue. Ce cas est d'autant plus instructif que les autres traitements, tels que l'hydrothérapie, les bains de mer, etc., avaient échoué, et qu'il n'y avait aucune circonstance qui puisse faire admettre une influence morale. M. le professeur Broca et M. le docteur Tenneson nous avaient adressé ce malade, et ont constaté le succès des courants continus.

— Chez un autre jeune homme de vingt-neuf ans où les érections volontaires étaient presque nulles, mais où elles existaient encore pendant la nuit, par suite de la réplétion de la vessie, nous sommes également parvenu, en électrisant la moelle et les régions génitales, à ramener des érections naturelles. Dès les premières séances, ce résultat avantageux

fut obtenu. Il est à noter que dans ces deux cas il n'y avait pas ou presque pas de pertes séminales.

Lorsque les désirs sexuels sont éteints et que l'impuissance est due à une lésion ancienne de la moelle, on ne peut espérer aucun succès.

Nous avons soigné, sans résultat, pendant deux mois, un jeune homme de vingt-six ans qui, depuis cinq ans, avait une atonie de la vessie et une impuissance complète à la suite d'une affection de la moelle. Voici les renseignements qu'il nous a donnés : à l'âge de vingt et un ans, ayant une blennorrhagie assez forte, il eut les pieds exposés à l'humidité dans une partie de chasse. Il fut pris le même jour de frissons, et deux jours après, il ressentit subitement une douleur très-aiguë dans la région des reins. En peu d'instants, les membres inférieurs furent paralysés et entièrement insensibles. En même temps il perdit la vue presque complétement. L'estomac ne pouvait presque rien supporter.

On lui appliqua tout le long de la colonne vertébrale un vésicatoire large de 10 centimètres. A partir de ce moment, il commença à être soulagé. Les yeux se ressentirent d'abord de l'amélioration. La vue revint graduellement avec la sensibilité dans les membres inférieurs, et enfin au bout de trois mois environ, il put se lever et faire quelques pas. Au bout de six mois il marchait assez bien, sans être bien solide, mais il conservait une grande faiblesse de la vessie, des organes génitaux et du rectum. A partir de ce moment, il n'y a plus eu d'amélioration.

C'est dans cet état, et après avoir essayé divers traitements, que le malade nous fut adressé par M. le docteur Reliquet, pour essayer l'emploi des courants continus. Au bout d'une trentaine de séances, en appliquant les courants sur la moelle et du côté des organes génitaux, les membres inférieurs avaient repris leur force, la vessie conservait les urines assez bien, mais il restait toujours des envies fréquentes d'uriner, de la constipation et même un peu de paralysie du rectum, et enfin une perte absolue d'érections.

Cette observation, très-intéressante sous le rapport du début de la maladie, nous montre en même temps combien, dans les lésions organiques anciennes, il est toujours difficile d'obtenir des effets bien marqués et des résultats satis-

faisants. Mais en dehors des cas de ce genre, comme le prouvent les deux observations que nous avons citées en premier lieu, les courants continus agissent très-efficacement. Nous verrons dans le chapitre IV combien il est important d'électriser la moelle lorsqu'on emploie les courants continus, car ce procédé détermine, dans les organes, une augmentation de circulation bien plus grande que lorsqu'on agit localement. C'est surtout pour les phénomènes qui dépendent essentiellement des nerfs vaso-moteurs que cette action sur les centres est logique au point de vue physiologique et efficace en thérapeutique.

Observations cliniques sur l'influence de la direction des courants continus.

Comme nous l'avons découvert dans nos expériences physiologiques, la direction des courants continus a une grande influence sur la circulation. Nous avons vu, en effet, que le courant centrifuge ou descendant dilate les vaisseaux, et que le courant centripète ou ascendant resserre les vaisseaux. Nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs cas pathologiques où cette loi s'est confirmée et nous a conduit à des résultats très-curieux. Parmi ces cas, le suivant est d'autant plus instructif que c'est la malade elle-même qui nous a rendu attentif aux différences d'action des courants continus, selon leur direction.

Mme N..., trente-huit ans, fit, il y a dix ans, une fausse couche, sortit dix jours après et fit une course assez longue. Le lendemain elle ressentit des douleurs dans le bas-ventre, fut obligée de garder le lit pendant quelques jours, et à partir de ce moment elle ressent des douleurs très-violentes à l'époque de ses règles. Ces douleurs, limitées d'abord au bas-ventre, se propagèrent bientôt sur tout le côté droit et, depuis quatre ans, elle en souffre presque constamment. Depuis trois

ans, elle est prise, presque toutes les semaines, de névralgies de la tête très-intenses qui s'accompagnent de vomissements et d'une prostration très-forte.

Il y a deux ans, elle a suivi un traitement pour ses douleurs de matrice ; on lui cautérisa le col avec du nitrate d'argent, ce qui a contribué à diminuer pendant quelque temps la leucorrhée dont elle se plaignait depuis quelques années. Mais les douleurs et l'état général ne furent nullement amendés, et au bout de fort peu de semaines les flueurs blanches reparurent aussi abondantes.

Lorsque cette malade nous fut adressée (1866), elle était dans un état d'anémie et d'irritabilité nerveuse des plus prononcés; l'appétit était presque nul, les forces et l'embonpoint avaient beaucoup diminué depuis quelque temps, tout le côté droit était d'une sensibité extrême, et le moindre contact, surtout sur la peau du ventre du côté droit, était très-douloureux. A côté de ces phénomènes, il y en avait d'autres de nature hystérique, tels que la sensation d'une boule remontant de l'estomac vers le larynx, des pertes momentanées de connaissance avec mouvements désordonnés, pleurs, etc.

Nous appliquâmes d'abord sur la moelle un courant descendant très-faible (huit à dix éléments), car la malade ne pouvait pas supporter un courant de douze à quinze éléments. Nous faisions des séances assez prolongées de vingt-cinq à trente minutes, et les trois premières fois, la malade avait une syncope qui ne survenait jamais pendant l'électrisation, mais toujours immédiatement après.

Au bout de six séances nous pûmes augmenter la force du courant, et nous avons employé à la fin jusqu'à trente éléments. Nous électrisions toujours la partie dorsale et lombaire de la moelle avec un courant descendant.

Au bout de quinze séances, l'état général s'était déjà amélioré, et au bout de cinq mois de traitement (trois séances par semaine), les douleurs névralgiques ne reparaissaient plus que de loin en loin et bien moins violentes; l'appétit avait reparu, la malade avait engraissé et l'hyperesthésie de la peau avait beaucoup diminué.

Une seule chose persistait toujours, c'étaient les douleurs du bas-ventre et une leucorrhée très-abondante. Les injections au tannin faites pendant plusieurs semaines n'avaient pas eu grand succès ; le fer et le vin de quinquina prescrits en même temps n'avaient pas amélioré ces symptômes. A l'examen de la matrice, on trouve le col très-haut, et la matrice assez fortement recourbée en arrière. Ce qui frappe en même temps c'est une sensibilité très-grande du col.

Nous essayâmes alors, surtout pour combattre l'excitabilité de ces organes, de placer un des pôles sur la matrice, et l'autre sur le plexus lombaire. Nous n'avions, à cette époque, aucune notion bien exacte sur l'influence de la direction des courants, et cherchant en même temps à trouver empiriquement lequel des pôles agirait localement plus avantageusement, nous placions sur le col tantôt le pôle positif et tantôt le pôle négatif.

Au bout de quelques séances, et c'est là le fait intéressant de cette observation, la malade nous dit qu'après avoir été électrisée, ses flueurs blanches tantôt semblaient augmenter, tantôt, au contraire, diminuaient très-notablement pendant quelque temps. A partir de ce jour, nous fîmes attention au mode d'électrisation qui pouvait amener ces différences, et nous eûmes bientôt la conviction *que les flueurs blanches étaient diminuées chaque fois que nous mettions le pôle positif sur le col de la matrice, et le pôle négatif sur la région lombaire ; elles étaient, au contraire, plus abondantes lorsque nous placions le pôle positif sur la région lombaire et le pôle négatif sur le col.*

Ce fait pathologique concorde avec nos observations physiologiques, et il s'explique très-facilement. Nous savons que le courant ascendant resserre les vaisseaux sans produire, comme les courants induits, un rétrécissement complet, tandis que le courant descendant augmente l'afflux du sang. Dans le premier cas, nous produisions donc la décongestion de la matrice; dans le cas contraire, nous augmentions la congestion existant d'une manière chronique. De là, la diminution ou l'augmentation du flux leucorrhéique.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur l'importance de ce fait, qui non-seulement vient démontrer l'utilité des études physiologiques, mais encore les avantages que l'on peut tirer des courants continus, et leur différence d'action selon le mode d'emploi.

Frappé du résultat obtenu dans ce cas par les courants continus, nous avons essayé ce traitement dans deux au-

tres cas, où les malades, présentant plusieurs phénomènes hystériques, se plaignaient en même temps de flueurs blanches abondantes.

L'une de ces malades, âgée de trente-cinq ans, confectionneuse, avait eu six enfants, mais depuis ses dernières couches qui dataient de cinq mois, elle était devenue très anémique, et à côté de symptômes hystériques très-marqués, elle avait depuis cette époque un écoulement leucorrhéique très-fort et d'une couleur jaune. Dès la première séance d'application des courants continus (pôle positif sur le col), l'écoulement fut diminué pendant près d'un jour. Mais le surlendemain, il redevint aussi abondant. De nouvelles séances firent de nouveau diminuer le catarrhe, et en même temps les phénomènes hystériques disparurent. Cette malade ne vint nous trouver que cinq fois pendant le traitement, les flueurs blanches avaient diminué, mais nous ne savons si l'amélioration s'est maintenue.

— L'autre observation est plus complète, en ce sens que nous avons pu mieux suivre la malade. Mme R..., âgée de vingt-quatre ans, mariée depuis trois ans, et n'ayant pas eu d'enfant, se plaint de douleurs dans les reins et d'une pesanteur dans le bas-ventre; elle a en même temps des flueurs blanches abondantes. Elle a été soignée antérieurement par un médecin qui a pratiqué plusieurs fois des cautérisations au nitrate d'argent sur le col de la matrice. A l'examen, au moyen du spéculum, nous constatons, à gauche du museau de tanche, une cicatrice assez grande due probablement aux cautérisations ; il n'y a pas d'ulcération, mais l'ouverture du col est rouge et couverte d'un mucus épais et jaunâtre.

Depuis plusieurs mois la malade suivait un traitement tonique, fer, vin de quinquina. Elle prenait en même temps des injections au tannin et avec de l'eau alcoolisée, sans que la plupart des phénomènes fussent notablement amendés.

Nous essayâmes l'emploi des courants continus en mettant le pôle positif sur le col de la matrice, et le pôle négatif sur la région lombaire. L'excitateur que nous mettions sur le col n'était pas celui que l'on emploie d'ordinaire et qui se termine par une olive très-grosse ; nous avions préféré nous servir d'un excitateur terminé par une olive moins épaisse, afin de pouvoir mieux la fixer sur l'ouverture du col. Le courant employé était de vingt-cinq éléments Remak, et la durée de chaque séance de quinze minutes.

Au bout de huit séances, les flueurs blanches avaient disparu, ou au moins avaient tellement diminué que la malade se considéra comme guérie. Il y a deux mois (au moment où nous écrivons) que le traitement a été suspendu et l'amélioration s'est maintenue jusqu'à présent. Ajoutons de plus que ce traitement n'est pas du tout douloureux.

Influence des courants électriques sur les sécrétions.

Nous n'avons étudié jusqu'à présent que les phénomènes vasculaires qui se passent du côté de la matrice, parce que ce sont les plus simples et les plus nets à observer au point de vue des changements de vascularité ; mais, dans toutes les affections, il est certain que l'influence des courants sur la circulation doit être la cause principale de la modification des tissus, et de l'amélioration des symptômes pathologiques. On pourrait presque faire rentrer dans cette étude toutes les affections traitées avantageusement par l'électricité, mais nous nous bornerons à signaler encore comme rentrant plus particulièrement dans ce chapitre l'influence des courants électriques sur les sécrétions.

Les sécrétions sont d'autant plus abondantes que les glandes reçoivent une plus grande quantité de sang; on comprend donc que tout agent qui peut augmenter la circulation dans les glandes, parviendra par cela seul à agir sur les sécrétions.

L'expérience de M. Claude Bernard, sur la glande sous-maxillaire, démontre très-nettement l'influence des courants électriques sur la sécrétion de la salive. Après avoir découvert cette glande, M. Claude Bernard électrise toute la glande avec des courants induits et ne constate aucune augmentation de la sécrétion de la salive ; il électrise les filets du sym-

pathique, et les vaisseaux se rétrécissant, l'afflux du sang diminue et par suite la sécrétion. Tandis qu'en électrisant la corde du tympan, le sang arrive avec abondance dans les vaisseaux, il passe rouge et avec des battements des artères dans les veines, et la sécrétion salivaire devient excessivement abondante. La corde du tympan est un nerf sensitif et l'action sur la circulation est la même dans ce cas que celle que l'on détermine en électrisant le nerf auriculo-temporal; c'est une action réflexe. Cet effet est également obtenu par les courants continus, mais dans une moindre proportion. En mettant à nu le nerf auriculo-temporal et en électrisant le bout central avec un courant continu, nous avons obtenu également une hypérémie vasculaire dans l'oreille du même côté. Mais ce qui montre à la fois que cette action est réflexe et que la direction des courants est d'une grande importance, c'est que cet effet n'est produit qu'avec un courant centripète. Nous n'avons jamais observé dans cette expérience une congestion aussi forte que dans le cas où l'on électrise le nerf avec les courants interrompus.

Chez un chien de forte taille, nous avons mis à nu la glande sous-maxillaire. Après avoir isolé la corde du tympan et introduit une canule dans le canal excréteur, nous avons fait passer par toute la glande un courant induit, et comme M. Cl. Bernard l'avait déjà observé, la sécrétion sous cette influence n'a point été augmentée. Dans les mêmes conditions, les courants continus, au contraire, rendent la sécrétion plus abondante. En portant les courants électriques directement sur la corde du tympan, les courants continus augmentent encore la sécrétion salivaire, mais dans aucun cas elle n'est aussi abondante que lorsqu'on électrise ce nerf avec des courants induits.

L'effet produit par les courants interrompus est instantané et disparaît dès qu'on cesse leur application. Avec les courants continus, l'effet est plus lent, mais dure encore quelque temps après leur application.

La différence d'action des courants induits et des courants continus est donc la suivante : en agissant sur tous les tissus (ce qui est le cas ordinaire chez l'homme, où l'on peut très-difficilement limiter l'action sur un nerf), on ne détermine pas d'augmentation de sécrétion avec les courants induits, mais cet effet a lieu avec les courants continus. Dans les applications électro-thérapeutiques sur l'homme, ces différences d'action sont très-nettes.

Cette action des courants continus sur la sécrétion salivaire a été observée depuis longtemps. A la fin du siècle dernier, dans le *Journal du galvanisme*, on trouve, en effet, la relation suivante : « Si l'on fait passer la commotion de la pile à travers les glandes parotides, il en résulte une abondante sécrétion salivaire, comme le prouve l'observation faite récemment à Gênes, sur la tête de deux bœufs, par les professeurs Brugnatelli et G. Mojon. Aldini avait lui-même fait la remarque d'un pareil phénomène dans ses expériences sur les décapités. »

La salivation déterminée par les courants continus dure souvent vingt-quatre à quarante-huit heures après l'électrisation.

Nous avons vu un cas où, à la suite de l'emploi de ces courants pour une contracture des muscles du cou, il est survenu une salivation tellement abondante qu'il fallut interrompre le traitement pendant quelque temps.

On peut donc dire qu'en agissant d'une manière générale et non directement sur les nerfs sensitifs, les courants con-

tinus augmentent les sécrétions bien plus que les courants induits.

Mantegazza a observé qu'en électrisant avec des courants continus l'estomac de grenouilles, les digestions se faisaient plus rapidement et que les sucs sécrétés par la muqueuse stomacale pouvaient digérer une plus grande quantité de substances albuminoïdes.

Sur des chiens chez lesquels nous avions fait des fistules gastriques, nous avons également vu que l'électrisation de l'estomac par les courants continus déterminait une sécrétion plus abondante ; seulement nous n'avons pas constaté si cette augmentation était due à une plus grande quantité de mucus, ou à une plus grande quantité de suc gastrique.

Dans les cas où l'on peut agir directement sur les nerfs sensitifs, ce qui a lieu lorsque ceux-ci sont cutanés, il est préférable d'employer les courants induits, car ils produisent une excitation bien plus vive. Ce cas se présente surtout pour les glandes mammaires, et c'est ainsi que se comprennent très-bien les succès obtenus par ce traitement pour faire revenir ou augmenter le lait chez les nourrices. La première observation de ce genre a été faite par le docteur Aubert (1855). En 1857, A. Becquerel fit également rétablir la sécrétion lactée dans un cas où elle avait complétement disparu à la suite d'émotions morales. MM. Moutard-Martin et Lardeau (*Gaz. des Hôpitaux*, 1859), et M. Descivières (*Gaz. des Hôpitaux*, 1861) ont observé des cas analogues.

Le docteur Moritz Meyer (1) rapporte une observation

(1) *Die Electricität in ihrer Anwendung auf practische Medicin.* Berlin, 1868.

où la transpiration normale des pieds, qui avait été suspendue à la suite de refroidissement, fut rétablie par l'électrisation cutanée au moyen des courants induits. A la suite du refroidissement et pendant la perte de la transpiration les pieds avaient gouflé et étaient devenus douloureux. Le rétablissement de la transpiration cutanée fit disparaître l'œdème et la douleur.

Influence des courants électriques sur les engorgements lymphatiques.

Il nous reste à la fin de ce chapitre à signaler l'influence des courants électriques sur les vaisseaux lymphatiques. Nous avons déjà dit que dans les points de contact de la peau et des rhéophores, il y avait une contraction des vaisseaux lymphatiques. C'est même à cette influence que nous attribuons en partie la rougeur que l'on détermine sur la peau aux points d'application des courants. Cette contraction des vaisseaux lymphatiques a pour résultat de faciliter le mouvement de la lymphe, et certes cette action des courants électriques sur laquelle on n'a pas encore insisté doit avoir une certaine importance : car aussi bien pour la lymphe que pour le sang, une circulation plus grande et plus facile doit angmenter les phénomènes nutritifs des tissus. Dans les effets de l'électrisation cutanée, cette influence doit être prise en considération, et nous croyons qu'elle est une des causes principales des effets thérapeutiques que l'on obtient.

Nous avons eu l'occasion d'employer les courants continus dans quatre cas d'engorgement glandulaire, trois fois avec succès et une fois sans aucun résultat avantageux. Comme dans ces cas on n'agit pas seulement sur la contraction des vaisseaux lymphatiques, mais qu'il y a de plus

des effets électrolytiques, il est évident que les courants continus ont plus d'action que les courants induits.

Voilà le résumé des faits pathologiques que nous avons observés.

Un étudiant en médecine avait été pris subitement d'un engorgement des ganglions lymphatiques du cou, du côté droit. La tumeur formée était très-volumineuse, grosse à peu près comme un œuf de poule. Elle s'étendait du cartilage thyroïde jusque derrière la branche descendante du maxillaire inférieur. Plusieurs traitements avaient été employés et échouèrent; ni le traitement iodé, ni les toniques, ni les révulsifs, ni les bains de mer, etc., ne parvinrent à faire diminuer la tumeur. Les courants continus employés pendant plusieurs semaines ne donnèrent pas de meilleur résultat.

— Chez une femme atteinte d'atrophie musculaire de l'avant-bras et d'ankylose du poignet, il existait, au niveau du coude, trois petites tumeurs indolentes glissant sous la main, et qui offraient tous les caractères de ganglions lymphatiques engorgés. L'électrisation avec les courants continus, qui fut employée pour l'atrophie musculaire, fit en même temps disparaître ces engorgements.

— Un confrère de Dublin, pendant son séjour à Paris, fut pris d'un engorgement considérable à la région parotidienne. Il y avait de plus de l'empâtement, de la douleur et une rougeur très-forte de la peau. On pouvait craindre une terminaison par suppuration. Au bout de quelques séances, l'empâtement et la douleur disparurent. L'engorgement ganglionnaire est également en voie de guérison, il a diminué notablement. Le traitement ne date que de quelques jours, au moment où nous écrivons ces lignes.

— Un jeune homme, âgé de quatorze ans, avait depuis l'âge de cinq ans, de chaque côté du cou, près de l'angle de la mâchoire, deux petites tumeurs de la grosseur d'un œuf de pigeon. Il nous fut adressé par le docteur Condereau, pour essayer l'emploi des courants continus. Comme ces tumeurs dataient de la même époque et présentaient le même volume, nous avons cherché à déterminer si un des pôles avait une action plus favorable que l'autre. Du côté droit nous mettions constamment le pôle positif, et sur la tumeur gauche nous placions le pôle négatif. Au bout de vingt-cinq séances, ces engorgement savaient presque complétement disparu; mais, contre notre attente, c'est la tumeur sur laquelle

nous appliquions le pôle positif qui a diminué le plus promptement. La différence était même assez considérable pour qu'il ne soit pas possible d'attribuer cette action à d'autres causes. Ce fait est important, parce que la plupart des auteurs, Remak entre autres, ont donné au pôle négatif une action résolutoire, et n'ont pas admis cette influence pour le pôle positif.

CHAPITRE II

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LE SYSTÈME NERVEUX

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES.

En lisant la plupart des auteurs qui se sont occupés de l'influence de l'électricité sur le système nerveux, on est frappé du grand nombre d'expériences qui ont été faites sur ce sujet, comme des contradictions qui existent non-seulement d'un expérimentateur à l'autre, mais souvent chez le même expérimentateur. Aucune partie de la science peut-être ne renferme autant de faits opposés. Cela s'explique facilement, car les conditions de l'expérimentation sont très-compliquées; il faut en effet, tenir compte non-seulement de la force des courants, mais encore de leur direction, de la fonction du nerf, de son état d'excitabilité, de ses rapports avec les centres nerveux. En traitant chaque cas séparément, et en mentionnant les seuls faits que l'expérience a mis hors de doute, nous espérons pouvoir ramener tous ces faits à quelques lois simples, qui peuvent être facilement retenues et qui doivent constamment guider le médecin dans les applications thérapeutiques.

EXPÉRIENCES SUR LES NERFS PÉRIPHÉRIQUES.

§ 1. — De l'influence des courants continus sur les nerfs moteurs.

Nous posons d'abord les principes suivants :

Quand on électrise des nerfs mixtes en communication avec la moelle, les contractions peuvent être réflexes ; il est donc nécessaire, pour bien distinguer ce qui est dû à l'influence *directe* du nerf moteur, de séparer le nerf de la moelle. Il est inutile de dire qu'il faut au contraire que le nerf soit relié à la moelle, lorsqu'on étudie l'influence de l'électricité sur les nerfs sensitifs.

A. *Courant direct, centrifuge ou descendant.* — Lorsque sur un nerf, le sciatique par exemple, on place les électrodes d'une pile, de manière que le pôle positif soit placé au-dessus du pôle négatif, on observe une contraction au moment où l'on ferme le circuit, et dans certains cas, au moment où l'on cesse le courant. Pendant tout le temps que le courant circule, il n'y a pas de contraction, à moins qu'il n'y ait des variations d'intensité.

Si l'on emploie un courant très-faible, ou si la grenouille est déjà épuisée, on n'obtient de contraction qu'au moment de la fermeture et rien à l'ouverture du courant.

Si le courant est moyen, ou même avec un courant assez faible et si la grenouille est très-vivace, on obtient une contraction à la fermeture et à l'ouverture du courant. La contraction produite à l'ouverture du courant est toujours plus faible que celle qui a lieu à la fermeture.

B. *Courant inverse, centripète ou ascendant.* — Si, sur un nerf, on fait agir un courant inverse ou ascendant, on n'ob-

tient de contraction qu'à l'ouverture du courant, lorsque le courant est faible.

Lorsque le courant est fort, on obtient des contractions comme dans le cas d'un courant direct, à la fermeture et à l'ouverture.

En mesurant au dynamomètre les contractions dues à l'application d'un courant électrique sur le nerf, on reconnaît que la contraction éveillée par l'introduction du courant direct dans un nerf, est toujours notablement plus forte que celle qu'éveille dans les mêmes conditions le courant inverse (Matteucci).

En opérant d'abord avec un courant assez faible pour ne produire aucune excitation sensible, puis, en augmentant graduellement l'intensité du courant, on obtient pour *premier* phénomène la contraction au moment où le courant direct commence à passer; le courant inverse, pour produire une contraction au moment où il cesse de passer, nécessite un courant un peu plus fort (Matteucci).

Le courant direct agit donc sur la contraction musculaire plus énergiquement que le courant inverse. Cette loi explique pourquoi, dans l'expérience de Marianini, en faisant passer un courant d'un bras à l'autre, c'est dans le bras en contact avec le pôle négatif que la contraction a le plus d'énergie. C'est en effet dans ce membre que le courant est direct.

La même raison explique la plupart des faits observés par M. Chauveau.

Ce physiologiste a voulu poser en loi que le courant électrique n'agit qu'en son point de sortie, c'est-à-dire du côté du pôle négatif. Dans ce cas encore, il doit y avoir des filaments nerveux parcourus par le courant direct, ce qui dé-

termine évidemment des contractions plus énergiques dans les muscles situés près du pôle négatif.

Nous pouvons conclure de tous ces faits que *le courant direct ou descendant est celui qui agit le plus énergiquement sur le nerf moteur.*

§ 2. — **De l'influence des courants continus sur les nerfs sensitifs.**

L'excitation des nerfs sensitifs ne peut avoir pour conséquence que des phénomènes de douleur ou des contractions par action réflexe. Dans tous les cas, pour que les nerfs sensitifs puissent fonctionner ou déterminer une action résultant de leur excitation, il est nécessaire qu'ils soient reliés à la moelle. Ils sont, pour ainsi dire, à l'égard de la moelle ce que les nerfs moteurs sont pour les muscles ; ils transmettent leur excitation aux cellules nerveuses de la moelle, de même que les nerfs moteurs la transmettent aux muscles, et tous deux mettent en activité les éléments auxquels ils aboutissent et dont ils sont les excitants naturels.

A. *Courant direct.* — Le courant direct agit fort peu sur les nerfs sensitifs, sur les nerfs mixtes, il éveille surtout, comme nous venons de le dire plus haut, des contractions dans les muscles qui reçoivent les branches du nerf moteur. En général, il détermine fort peu de phénomènes de sensibilité au moment de la fermeture, mais très-souvent le contraire a lieu au moment de l'ouverture. Nous aurons à revenir sur cette dernière action lorsque nous étudierons, au point de vue physiologique, les courants de polarisation.

Le courant inverse détermine des phénomènes de sensibilité, et de plus, des mouvements musculaires dans le dos et dans les membres supérieurs. Au moment de son appli-

cation, l'animal pousse souvent des cris, et chez la grenouille, comme chez les chiens et même chez l'homme, il y a, sous le rapport de la sensation et de la douleur, une différence très-grande entre le courant descendant et le courant ascendant.

Quand le nerf est très-épuisé, le courant inverse ne détermine sur le nerf sensitif que fort peu d'action, et son excitabilité disparaît bien avant celle du nerf moteur.

Nous avons cherché à isoler complétement l'influence de l'électricité sur les nerfs sensitifs des membres. Pour cela, l'un de nous a cherché à profiter des propriétés du curare, qui laisse au moins pendant quelque temps les nerfs sensitifs intacts, et qui ne paralyse point les nerfs moteurs d'un membre si l'on empêche par une ligature la circulation artérielle, et par conséquent l'apport du poison dans les tissus de ce membre.

En empêchant l'accès du sang dans la jambe droite chez une grenouille tuée par le curare, nous avons ainsi, dans toutes les parties du corps, des nerfs sensitifs capables de transmettre les impressions; mais il n'y a de nerfs moteurs intacts que dans la jambe droite *A* (fig. 40). Les contractions des muscles de cette jambe seront donc purement réflexes, si l'on excite les nerfs de la jambe opposée *B*, qui reste complétement immobile.

En appliquant un courant descendant *p n* sur le nerf sciatique de la jambe paralysée, on obtenait dans la jambe saine opposée des contractions à la fermeture du courant et rien à l'ouverture.

Un courant ascendant, p' à n', déterminait des contractions à l'ouverture et rien à la fermeture. Cependant, dans les premiers instants de l'expérience, le courant ascendant déterminait surtout des contractions dans la jambe saine *A*, au moment de la fermeture du courant; mais ces contractions disparaissaient assez rapidement (1).

Nous en avons conclu que des contractions réflexes étaient déterminées par l'excitation électrique des nerfs sensitifs au moment de la fermeture du courant descendant, et au moment de l'ouverture du courant ascendant. Depuis, répétant ces mêmes expériences, nous avons décou-

(1) *Des actions réflexes déterminées par les courants électriques constants et continus*, par E. Onimus (*Journ. de l'anat. et de la physiol.*, juillet 1867).

vert dans le mode opératoire une condition importante à signaler et qui nous avait induits en erreur. Nous avions pris toutes les précautions pour nous mettre à l'abri des courants dérivés ; nous avions essuyé le nerf, nous l'avions placé sur un morceau de verre parfaitement sec, nous avions complétement séparé l'un de l'autre les deux nerfs sciatiques, et par conséquent, nous nous croyions dans les meilleures conditions pour

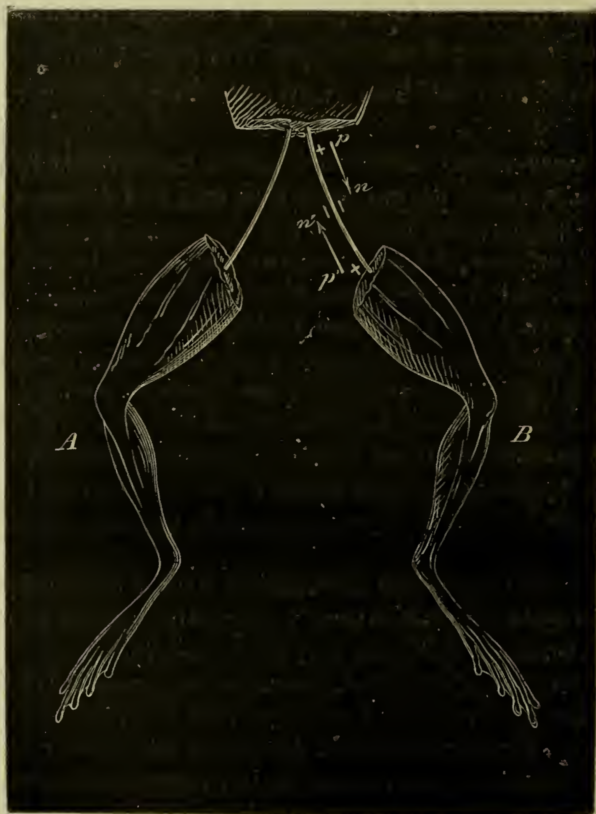


Fig. 40.

obtenir des contractions purement réflexes. Eh bien ! malgré toutes ces précautions, la plus grande partie des effets obtenus étaient dus à des courants dérivés, comme nous nous en sommes aperçus plus récemment. Les deux cuisses, au lieu d'être complétement séparées, comme elles sont représentées dans la figure ci-jointe, étaient restées réunies à leur partie supérieure par l'os du bassin. Cela suffisait pour que le courant

pût circuler de la jambe électrisée à l'autre, et pour y déterminer des courants dérivés qui amenaient des contractions. En coupant en effet le bassin et en séparant complétement les deux jambes, comme cela se trouve représenté dans la figure, on n'obtient plus ces mêmes contractions, et il suffit, pour le voir réapparaître, de placer de l'une à l'autre un fil humide.

Nous aurons à revenir sur l'importance des courants dérivés; mais nous voulons tout de suite constater dans ce paragraphe que nous avons eu tort en annonçant que le courant descendant déterminait sur les nerfs purement sensitifs des contractions à la fermeture, et que le courant ascendant en déterminait à l'ouverture. C'est le contraire qui a lieu, et les seules contractions réflexes que nous obtenions dans ce cas sont celles qui avaient lieu au moment de la fermeture du courant ascendant.

Sur les nerfs des sens, les courants électriques déterminent des effets différents selon la nature du nerf; mais les effets produits durent souvent pendant tout le temps du passage de l'électricité.

Lorsqu'on applique du côté de la tête un courant continu de moyenne intensité, et chez les personnes nerveuses un courant même faible, on éprouve dans la bouche, pendant tout le temps que le courant circule, un goût métallique très-prononcé. La plupart des personnes comparent ce goût à celui du fer, et souvent le conservent plusieurs heures après l'électrisation. Il est difficile d'expliquer la production de ce goût spécial. Est-ce une influence particulière sur les nerfs du goût, ou se forme-t-il dans ce cas une légère décomposition chimique du fer renfermé dans certains éléments de l'organisme?

Appliqués dans le voisinage du nerf acoustique, les courants

voltaïques donnent lieu à des phénomènes de bourdonnements, surtout chez les personnes qui ont un peu de surdité ; ces bourdonnements durent également tout le temps que le courant passe.

Ces phénomènes sont importants, parce qu'ils prouvent que les courants continus agissent sur les nerfs sensitifs pendant toute la durée de leur passage, et non pas seulement au moment de leur fermeture et de leur ouverture.

Le nerf optique ne donne le phénomène des phosphènes qu'au moment de l'application et de la cessation du courant.

Les faits que nous avons rapportés au commencement de ce paragraphe, qui seront d'ailleurs confirmés par ceux que nous allons étudier dans les paragraphes suivants, nous permettent d'établir la loi suivante :

Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs.

§ 3. — **De l'influence des courants continus sur les nerfs mixtes.**

Dans un nerf mixte, nous devons retrouver les deux lois précédentes, car nous agissons ainsi à la fois sur les nerfs moteurs et sur les nerfs sensitifs. Aussi on obtient à la fois les contractions que nous venons de mentionner et des phénomènes de sensibilité, des signes de douleur et des contractions réflexes dans d'autres muscles. Les phénomènes de sensibilité ont lieu surtout à la cessation du courant direct et à la fermeture du courant inverse.

En préparant une grenouille à la manière de Galvani et en faisant plonger chacune des pattes dans un verre rempli d'eau ordinaire en rapport avec un des pôles de la pile, on peut très-bien étudier l'influence de la direction des courants

sur les contractions musculaires. Dans cette expérience, en effet, l'une des pattes, celle qui plonge dans le verre où se trouve le pôle positif, est parcourue par un courant ascendant, l'autre, au contraire, par un courant descendant. Dans ce cas, comme l'ont vu depuis longtemps Aldini, Marianini, Ritter, etc., on obtient dans les premiers instants des contractions dans les deux jambes au moment de la fermeture et de l'ouverture du courant. Les contractions de la fermeture sont toujours plus énergiques que celles qui ont lieu à l'ouverture.

Lorsque le courant est très-faible et surtout lorsque le nerf a perdu un peu de son excitabilité, on n'obtient plus que des contractions à la fermeture dans la jambe parcourue par le courant direct et à l'ouverture dans la jambe parcourue par le courant inverse.

Ces contractions sont bien dues à l'excitation des nerfs qui unissent les deux jambes ; c'est-à-dire que le courant électrique agit sur la fonction nerveuse et que les nerfs ne servent pas simplement de conducteurs. En effet, nous avons fait la même expérience avec une grenouille empoisonnée par le curare ou à laquelle on a écrasé les nerfs, on n'obtient plus ces alternatives, et à moins d'employer un courant plus fort et d'humecter les nerfs, on ne remarque aucune contraction musculaire. Cette expérience est en même temps une des plus concluantes pour montrer combien la substance nerveuse est un mauvais conducteur de l'électricité ; car, dans ce cas, son excitabilité étant détruite, elle ne doit agir que comme corps conducteur ; si l'on remplace le nerf par tout autre tissu ou par un fil de soie humide, on obtient des contractions musculaires bien plus énergiques.

En plaçant la grenouille, préparée à la manière de Gal-

vani, à cheval sur deux verres où plongent les rhéophores d'une pile, outre les alternatives de contraction que nous venons de signaler, on observe un phénomène qui a une grande valeur. Voici en quoi il consiste: en prolongeant l'action du courant, on voit bientôt disparaître toute contraction dans le membre parcouru par le courant direct, tandis que la contraction devient plus forte dans le membre parcouru par le courant inverse. La contraction qui, dans le commencement, se faisait à la fermeture dans le membre où circule le courant direct, ne se produit plus, même à la fermeture, et pour le membre parcouru par le courant inverse, la contraction qui n'avait lieu qu'à l'ouverture du courant se produit maintenant, non-seulement à l'ouverture, mais encore à la fermeture. De plus, en agissant directement sur les nerfs avec un courant électrique ou un excitant mécanique ou chimique, on constate toujours que le nerf qui a été parcouru par le courant direct a perdu son excitabilité, tandis que l'excitabilité du nerf de la jambe opposée qui était sous l'influence d'un courant inverse a non-seulement été conservée, mais même notablement augmentée.

Donc, *l'excitabilité des nerfs est diminuée par un courant direct ou descendant et elle est augmentée par un courant inverse ou ascendant.*

Comme conséquence de cette loi, nous avons encore la proposition suivante, qui est confirmée d'ailleurs par l'expérience : *un nerf fatigué par le courant descendant regagne de l'excitabilité par le courant ascendant*, *et un nerf dont l'excitabilité a été augmentée par le courant ascendant perd son excitabilité par un courant descendant* (Volta, Lehot, Marianini).

Sur les grenouilles très-vivaces, qui ont été assujetties pendant un certain temps au passage du courant, il arrive souvent que la contraction éveillée dans le membre inverse à l'ouverture du circuit, *n'est pas un phénomène instantané, mais un état tétanique qui dure plusieurs secondes* (Ritter). *Il suffit, dans ce cas, pour arrêter ces contractions tétaniques, de rétablir le courant primitif.*

La cause de l'augmentation de l'excitabilité des nerf, sous l'influence d'un courant ascendant, dépend à la fois du nerf et de la moelle.

Dans la grenouille préparée à la manière de Galvani, les nerfs des membres inférieurs restent reliés à la moelle et l'excitabilité des nerfs du côté du membre parcouru par le courant ascendant peut donc tenir à une influence du centre spinal. Cette influence est réelle, comme nous avons pu nous en assurer. En détruisant complétement la moelle au moyen d'un stylet et en faisant passer dans ces conditions un courant d'un membre à l'autre, on observe encore une excitabilité plus grande dans le nerf parcouru par le courant inverse que dans celui parcouru par un courant direct, mais son excitabilité est bien moins augmentée que dans le cas où la moelle est intacte.

L'influence de la moelle agit donc pour augmenter l'excitabilité des nerfs périphériques parcourus par un courant inverse; mais cette augmentation est également due à une action directe des courants électriques sur les nerfs.

Matteucci a fait l'expérience suivante : sur une grenouille qui présente manifestement un état tétanique dans le membre à l'ouverture d'un courant inverse, après avoir laissé le circuit fermé pendant quelque temps, il coupe le nerf ou près de la moelle épinière, ou, au contraire, au point où

il entre dans les muscles de la cuisse. Dans le premier cas, l'interruption du circuit ainsi produite éveille comme d'ordinaire la contraction tétanique, tandis qu'il n'arrive rien quand le nerf a été enlevé tout entier. Cette expérience prouve que la présence du nerf est nécessaire pour produire ce phénomène, et de plus, que la modification directe éprouvée par le nerf est la cause de cet état tétanique.

Ajoutons ce fait que nous avons constaté et qui est important dans l'explication du phénomène, comme nous le verrons plus loin, que lorsqu'on coupe le nerf entre deux pôles, il ne survient pas de contraction, ou tout au moins jamais de contraction tétanique.

§ 4. — De l'influence des courants continus agissant à la fois sur les nerfs et sur les muscles.

Jusqu'à présent nous avons étudié l'influence des courants électriques dans les cas où l'on met directement en contact les rhéophores avec les nerfs dénudés. Ce sont là des conditions très-simples d'expérimentation, mais qui n'ont jamais lieu dans les applications médicales, car on n'applique jamais les courants électriques directement sur les nerfs, ceux-ci étant toujours recouverts d'une couche plus ou moins épaisse de différents tissus.

On peut, dans l'électrisation de l'homme, distinguer deux cas : celui où l'on place les rhéophores suivant le trajet d'un nerf et dans des régions où il est très-superficiel, et celui où l'on place l'un des rhéophores sur le trajet du nerf et l'autre sur les muscles auxquels se distribue ce nerf. Dans le cas où l'on place les rhéophores sur le trajet du nerf, on rentre en grande partie dans les conditions d'une action di-

recte sur les nerfs périphériques; seulement comme le nerf n'est pas en contact immédiat avec les électrodes, les produits de l'électrolyse ne s'y accumulent pas, et l'on est ainsi à l'abri des actions chimiques que les courants électriques peuvent déterminer sur les filets nerveux.

Il nous reste à étudier l'influence de l'électricité dans le cas où l'on agit à la fois sur le nerf et sur le muscle.

Si l'on fait passer un courant électrique d'une jambe à l'autre d'une grenouille non dépouillée, mais dont on a séparé la tête du tronc pour empêcher toute action volontaire, on remarque que l'on n'obtient plus que très difficilement les alternatives de contractions que nous avons signalées plus haut. C'est toujours, quelle que soit la direction du courant, au moment de la fermeture que l'on obtient les contractions les plus énergiques.

Les contractions les plus fortes et les plus complètes n'ont plus lieu, dans ce cas, dans le membre parcouru par le courant direct, mais, au contraire, dans le membre parcouru par le courant ascendant. C'est à la fermeture et non à l'ouverture que ces contractions ont lieu, et elles durent encore sous la forme de contractions partielles ou fibrillaires pendant quelque temps après la fermeture du courant. Lorsque l'animal commence à être fatigué, les contractions apparaissent de nouveau à l'ouverture du courant.

Si l'on diminue ou si l'on détruit la moelle, si l'on empoisonne l'animal par des narcotiques, les contractions, qui primitivement étaient très-fortes dans le membre parcouru par le courant ascendant, diminuent très-notablement en énergie et en étendue; c'est dans le membre opposé que les contractions sont alors plus marquées.

Chez des animaux robustes, en électrisant à travers

l'épiderme, on n'obtient, en général, des contractions énergiques qu'au moment de la fermeture. Il en est de même chez l'homme.

Chez l'homme, dans les cas pathologiques, où la sensibilité se trouve diminuée, on détermine également les contractions les plus énergiques en employant un courant descendant, tandis qu'à l'état normal, et surtout chez les

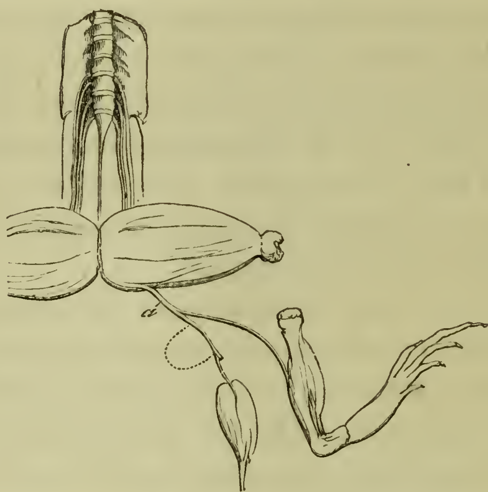


Fig. 41. — Figure démontrant la contraction induite.

personnes très-excitables, c'est avec un courant ascendant que l'on obtient les plus fortes contractions. Dans les cas d'anesthésie, le courant ascendant donne lieu à des contractions très-faibles.

Ces faits, que nous avons vérifiés plusieurs fois, et qui seront encore confirmés par ceux que nous étudierons lorsque nous examinerons l'influence des courants électriques appliqués directement sur la moelle, prouvent d'une

manière très-nette que le courant ascendant détermine des *contractions réflexes* dans les muscles du membre qu'il parcourt.

Comme nous l'avons dit, le courant ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs, et l'on sait, d'un autre côté, que l'excitation des fibres sensitives détermine des contractions réflexes.

Mais il est une autre circonstance que l'on oublie dans les faits que nous venons de rapporter et qui permet de considérer au moins une partie de ces contractions comme étant non *réflexes* mais *induites*. On sait, en effet, que l'excitation électrique d'un nerf détermine, dans un

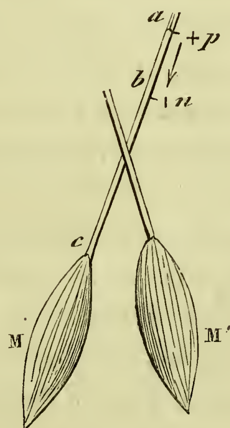


FIG. 42. — Figure schématique de la contraction induite.

autre nerf en contact avec lui, un changement d'état qui se manifeste par la contraction du muscle auquel le nerf est resté attaché (fig. 41). Ce fait, découvert par M. du Bois-Reymond, a reçu le nom de contraction induite; il peut également s'énoncer ainsi: *l'état d'activité d'un nerf peut*

mettre un nerf voisin dans ce même état, sans que ces nerfs soient reliés à un centre nerveux. Cette proposition ainsi énoncée paraît bien hardie, et cependant elle est l'expression réelle du phénomène découvert par l'expérience. En effet, en mettant sur le nerf du muscle M (fig. 42) un courant $p\ n$, dont les points de contact sont en a et b, c'est dans cette seule partie du nerf que le courant électrique circule, et la contraction du muscle a lieu non parce que le courant électrique arrive jusqu'au muscle, mais parce que le nerf se trouve excité en un de ses points. Toute la partie $b\ c$ n'est donc point traversée par le courant; c'est sur cette portion que repose le nerf du muscle M', et c'est le changement d'état qu'éprouve cette portion qui détermine l'excitation du nerf moteur du muscle M'. Certes, comme nous le verrons plus loin, on peut invoquer dans ce cas l'état électrotonique de la partie $b\ c$ du nerf électrisé, mais cela ne contredit en rien ce que nous avançons, c'est-à-dire la contraction induite des muscles par la seule excitation de nerfs voisins et par conséquent des nerfs sensitifs, sans que l'impression traverse le centre spinal. Nous ne pouvons examiner ici les différents cas physiologiques ou pathologiques dans lesquels on pourrait tenir compte de cette proposition, mais en restant dans le sujet qui nous occupe, nous croyons que ce fait expérimental doit être pris en considération dans les conditions d'électrisation des nerfs mixtes. D'ailleurs lorsqu'on détruit la moelle, ce n'est pas toujours immédiatement que les contractions deviennent plus faibles dans le membre parcouru par le courant ascendant, ce n'est qu'au bout d'un certain temps, très-court, il est vrai, que ce phénomène se produit. Il est permis d'admettre que les premiers instants où les contractions se

maintiennent encore énergiques, cela est dû à l'influence directe des nerfs sensitifs sur les nerfs moteurs.

Nous pouvons résumer ce paragraphe par les conclusions suivantes :

Lorsqu'on agit à la fois sur les nerfs et sur les muscles, les contractions les plus fortes ont toujours lieu au moment de la fermeture, quelle que soit la direction des courants.

C'est dans le membre parcouru par un courant ascendant que les contractions ont le plus d'énergie lorsque la sensibilité est conservée. Lorsque celle-ci est abolie ou diminuée, les contractions, sous l'influence d'un courant ascendant, sont très-faibles. Elles sont dans ce cas bien plus fortes, lorsqu'on emploie un courant descendant.

Les contractions, sous l'influence du courant ascendant, sont dues à des actions réflexes, et probablement aussi au phénomène observé expérimentalement par M. du Bois-Reymond, et qui a été appelé contraction induite.

§ 5. — **De l'état électrotonique ou électrotone.**

Il nous reste à étudier l'effet que détermine dans le nerf le passage d'un courant continu. Si l'on fait passer un courant galvanique constant par une fraction quelconque d'un nerf, celui-ci éprouve sur toute sa longueur un changement d'état, qui se manifeste par une augmentation ou une diminution de son courant électrique propre. Si le courant de la pile a une direction semblable à celle du courant nerveux, celui-ci est augmenté d'intensité ; il est au contraire diminué si la direction des deux courants est inverse. C'est à ce phénomène que M. du Bois-Reymond a donné le nom d'*état électrotonique* du nerf. Il distingue deux phases dif-

férentes dans cet état, celle pendant laquelle le courant nerveux éprouve une augmentation d'intensité, qu'il appelle *positive*, et celle pendant laquelle il éprouve une diminution et qu'il nomme *négative*.

Donc, au moment où l'on fait passer un courant voltaïque P (fig. 43) dans une portion d'un nerf, un courant de même sens se produit dans toute la longueur du nerf, et cela au-dessus et au-dessous du point électrisé. Ce courant est rendu sensible par un galvanomètre *G* placé sur un point quelconque du nerf.

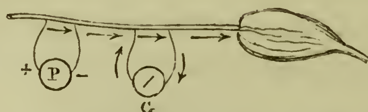


FIG. 43. — Figure schématique de l'état électrotonique.

Ce courant électrique, qui se forme ainsi en dehors des points directement électrisés, n'avait été obtenu jusqu'à ces derniers temps que sur la fibre nerveuse. On pouvait donc logiquement en conclure que ce phénomène était spécial pour les nerfs, et qu'il était en rapport intime avec le fonctionnement de ces derniers. M. du Bois-Reymond admet que l'état électrotonique est dû à une polarisation moléculaire du nerf analogue à celle qui est déterminée dans tous les corps conducteurs par l'effet du passage d'un courant électrique. Cette polarisation consiste en ce que les molécules nerveuses, douées de deux pôles électriques, tournent toutes leurs pôles positifs du côté vers lequel se dirige le courant et leurs négatifs du côté où il entre. Sous l'influence d'un courant extérieur, les molécules nerveuses se disposent les unes à la suite des autres, suivant le mode désigné sous le nom de polarisation, et prennent cette disposition, même

dans les portions du nerf non traversées directement par le courant. Il en résulte la circulation dans le nerf d'un courant nouveau qui doit augmenter ou diminuer, suivant sa direction, le courant nerveux lui-même.

Avant de mentionner les expériences de Matteucci, qui semblent réduire ces différents états à de simples actions chimiques, nous devons encore rapporter les faits découverts par M. Pflüger.

Selon ce physiologiste, un courant voltaïque, passant dans une longueur déterminée d'un nerf, décompose le nerf en deux parties différentes au point de vue physiologique. La portion du nerf, qui se trouve en contact avec le pôle positif (anode) perd son excitabilité, et cet état a reçu le nom d'*anélectrotonique ;* près du pôle négatif (cathode), l'excitabilité est au contraire augmentée, et cet état est désigné par le mot de *catélectrotonique.* Ces changements d'état, non-seulement se trouvent aux points de contact des pôles, mais encore dans le voisinage de ceux-ci ; de plus on les observe surtout avec des courants modérés. Ils augmentent avec l'intensité du courant jusqu'à un certain maximum, diminuent ensuite, disparaissent et passent aux effets opposés.

Voilà l'expérience fondamentale de M. Pflüger. Pendant qu'un courant traverse une portion du nerf, il humecte le nerf avec de l'eau salée. A l'état normal, le contact de l'eau provoque constamment des contractions musculaires ; mais lorsque le courant est établi, du côté du pôle positif, cette excitation ne détermine aucune contraction, tandis qu'elle en détermine près du pôle négatif. Avec un courant ascendant, c'est-à-dire lorsque le pôle négatif est placé plus loin des muscles que le pôle positif, on obtient le même effet,

ce qui démontre que l'excitabilité déterminée au pôle négatif est assez forte pour arriver aux muscles en traversant une portion de nerf parcourue par un courant et rendue inexcitable en un point.

M. Bezold a repris ses expériences et il a résumé les résultats qu'il a obtenus dans les propositions suivantes :

Pour les nerfs comme pour les muscles, le courant passant dans ces organes d'une manière constante produit pendant tout le temps de son passage, une polarisation moléculaire.

Cet état moléculaire ne détermine d'excitation directe que près du pôle négatif, et le nerf, comme le muscle tout entier, ne sont excités qu'indirectement par l'irritation produite au pôle négatif.

Au moment de l'ouverture du courant, l'excitation n'a lieu directement que près du pôle positif, et les parties qui avoisinent le pôle négatif sont mises dans un état d'irritation par l'influence des excitations nées au pôle positif.

En d'autres termes, à la fermeture du courant, l'excitation est due à la sortie constante du courant, et à l'ouverture ce sont les troubles d'équilibre moléculaire qui amènent pendant quelque temps un état d'irritation.

M. Bezold ajoute, et nous insistons sur ce fait, que l'effet excitant du courant constant est dû probablement à des actions chimiques produites par le passage du courant et que l'excitation électrique n'est qu'une forme déterminée de l'irritation chimique.

La question de polarisation moléculaire étant hypothétique, nous ne voulons pas nous laisser entraîner dans des discussions de ce genre, mais des conclusions de Bezold il résulte que, pendant le passage du courant, le centre d'ir-

ritation a lieu près du pôle négatif, tandis qu'à l'ouverture, les régions en contact avec le pôle positif deviennent la cause des excitations, et enfin que ces phénomènes sont probablement dus à des actions chimiques. Ces conclusions se rapprochent beaucoup de celles de Matteucci, qui a fait dans les dernières années de sa vie des recherches très-importantes au point de vue de l'état électrotonique.

Pour expliquer la théorie de Matteucci, nous sommes obligés de reprendre la question dès son origine, et d'ailleurs cette discussion est trop importante pour que nous puissions la résumer en quelques lignes.

On sait que lorsqu'on électrise certains corps inorganiques, tels que le platine, il se forme en même temps des *courants secondaires* dirigés en sens inverse du courant principal. Ces courants sont dus aux actions chimiques qui ont lieu, d'un côté entre les produits de la décomposition électrolytique recueillis sur les électrodes métalliques et d'un autre côté, avec le liquide qui est en contact avec les électrodes. Les produits de la décomposition électrolytique sont, comme on peut s'en assurer à l'aide du papier de tournesol, des alcalis au pôle négatif et des acides au pôle positif. Quand le liquide qui baigne les électrodes est de l'eau pure, les produits de décomposition sont de l'oxygène au pôle positif et de l'hydrogène au pôle négatif. Or, dans ce cas, les courants secondaires peuvent encore se former, comme le prouve l'expérience suivante due à Matteucci. Un fil de platine bien dépolarisé est introduit par une de ses extrémités dans une éprouvette pleine de gaz hydrogène, et par l'autre dans une éprouvette pleine d'oxygène ; après avoir laissé ce fil en contact pendant quelque temps avec les gaz, si on le porte ensuite sur

le galvanomètre, on obtient une déviation de l'aiguille.

Si au lieu d'un fil de platine on emploie un cordon trempé dans l'eau salée, un cylindre d'argile imbibé d'eau salée, un morceau d'une substance végétale ou animale, comme des tranches de pomme de terre, des tiges de salade, des muscles, des nerfs, on obtiendra également des phénomènes électriques de même nature. De tous ces corps, ce sont les nerfs qui possèdent cette propriété à un degré bien supérieur.

« Je prends, dit Matteucci (1), sur un poulet ou sur un lapin qui vient d'être tué, le nerf sciatique, long au moins de 60 à 80 millimètres. Je suppose déjà faite l'expérience par laquelle je puis m'assurer que ce nerf, porté sur les coussins du galvanomètre sans les toucher par les sections internes et étant à égale distance des deux extrémités, ne donne aucun signe de courant électrique. Je prends donc ce nerf et je le pose sur les électrodes de platine, de manière que la longueur parcourue par le courant entre les électrodes soit de 25 ou 30 millimètres, et que les deux bouts du nerf, longs l'un et l'autre de 15 ou 20 millimètres, restent pendants en dehors des électrodes. Alors je fais passer le courant d'une petite pile de huit ou dix éléments pendant un temps qui peut ne pas dépasser une fraction de seconde, et que d'ordinaire je fais durer de trente à soixante secondes. Après ce passage, je porte le nerf rapidement sur les coussins du galvanomètre, aussitôt j'ai une forte déviation qui dépend de la durée du passage du courant et de la force de la pile et qui, pour toute la partie du nerf située entre les pôles, indique *un courant contraire au*

(1) *L'électro-physiologie.* (*Revue des cours scientifiques.* 8 août 1868.)

courant de la pile. Je trouve aussi des indices d'un courant en touchant hors des pôles, c'est-à-dire entre les points du nerf qui étaient au contact du pôle négatif et du pôle positif, ou qui en étaient voisins, sur les points plus éloignés ou neutres qui n'avaient pas été sur le chemin du courant de la pile. Dans ces parties placées en dehors des électrodes, les courants secondaires ont la même direction que le courant de la pile, et l'expérience a prouvé que le courant secondaire le plus fort est toujours celui du bout du nerf qui est au delà du pôle négatif. On a aussi reconnu qu'en prolongeant longtemps le passage du courant ou en employant un courant moins fort, les courants secondaires obtenus dans les parties extérieures finissaient tous par avoir la même direction que le courant intermédiaire, c'est-à-dire par être sur tous les points et entre les électrodes et au dehors contraires au courant de la pile. Si nous nous rappelons ici les principes connus de l'électrochimie, c'est-à-dire qu'il y a toujours un courant électrique produit au point de contact entre une base et un acide, entre l'eau et l'acide, entre la base et l'eau, courant qui va directement de la base à l'acide, de l'eau à l'acide, de la base à l'eau, nous comprendrons sans peine comment ces effets secondaires se développent dans les nerfs après qu'ils ont été traversés par l'électricité, du moment que nous savons qu'au contact des électrodes les nerfs recueillent les produits de l'électrolysation. »

Pour qu'on obtienne ces courants secondaires, il n'est point nécessaire que le nerf soit frais, il suffit qu'il soit humide et que sa structure ne soit point altérée ; ces phénomènes existent encore sur les nerfs des animaux morts depuis plusieurs heures et sur des nerfs plongés pendant plu-

sieurs heures dans de l'eau à + 40 degrés. Ils disparaissent dès que l'on comprime le nerf en un point de manière à détruire l'homogénéité du cylindre-axe. Matteucci suppose, d'après des expériences faites sur des corps tels que la craie humide, des morceaux de pomme de terre, etc., qui donnent des courants secondaires bien plus énergiques lorsqu'ils sont parcourus dans le sens de leur axe par un fil métallique, que le cylindre-axe joue dans le nerf le rôle de corps meilleur conducteur, et que c'est sur lui que se déposent les produits de l'électrolysation.

Enfin, l'expérience principale de Matteucci consiste à recouvrir de deux couches de fils de chanvre ou de coton un fil de platine long d'un mètre et dont le diamètre est d'un millimètre ; ces fils sont trempés dans l'eau salée et disposés ensuite comme dans l'expérience pour l'électrotone, c'est-à-dire qu'une de leurs extrémités porte sur les coussins du galvanomètre, séparés l'un de l'autre par une distance de 20 à 25 millimètres, tandis que l'autre porte sur les électrodes de la pile ou sur des coussins communiquant avec ces électrodes. Le courant est à peine formé qu'on obtient un fort courant d'électrotone, même à la distance de 30, 40, 60 centimètres et plus, des électrodes de la pile.

En appliquant sur le fil de platine, ainsi recouvert, des papiers de tournesol, on voit le papier rougir aux points de contact de l'électrode positif, en dehors au contraire, et même à une grande distance de ces points, le papier bleuit et indique par conséquent une réaction alcaline ; les effets complétement opposés ont lieu près du pôle négatif (1).

(1) M. Schiff a tout récemment (communication orale) répété les expériences de Matteucci et est arrivé aux mêmes résultats.

Quant aux phénomènes observés par Pflüger, et qui consistent dans une perte de l'excitabilité près du pôle positif et à une augmentation d'excitabilité près du pôle négatif, Matteucci et M. Becquerel les expliquent par ce fait qu'au contact du pôle négatif le nerf se charge d'hydrogène et d'alcali et qu'il se charge, au contact du pôle positif, d'oxygène et d'acide. Or, comme Humboldt l'a découvert le premier, l'excitabilité du nerf augmente quand on le tient au contact d'une solution alcaline étendue, tandis qu'elle s'affaiblit au contact d'une solution acide très-étendue.

Pour Matteucci, le phénomène de l'électrotone et ceux de l'état catélectrotonique et anélectrotonique sont donc produits uniquement par les actions chimiques qui sont développées par le passage du courant. Il est important de rapprocher cette opinion de Matteucci, des conclusions de Bezold qui, tout en étant moins nettes et moins claires semblent donner les mêmes résultats. Les derniers travaux de M. Becquerel l'ont conduit aux mêmes conclusions.

Nous acceptons très-volontiers cette manière de voir, mais nous croyons cependant qu'elle ne peut expliquer tous les phénomènes.

Il semble en effet qu'il y a dans cette influence des pôles sur l'excitabilité des nerfs autre chose qu'une simple influence d'agents chimiques, car si l'électrotone était un phénomène purement physique, la force du courant ne devrait pas agir différemment selon son intensité, et nous avons vu que, loin d'augmenter avec un courant fort, l'état électrotonique diminue et disparaît complétement.

Enfin l'état anélectrotonique, c'est-à-dire la perte de l'excitabilité près du pôle positif se produit sans que les électrodes soient appliqués directement sur les nerfs; on

observe, en effet, dans plusieurs cas, une diminution de l'excitabilité dans le voisinage du pôle positif lorsque celui-ci est séparé des nerf par une couche épaisse d'épiderme et de tissu adipeux. Comme nous le verrons plus loin, nous croyons qu'il y a dans ces cas une influence directe sur l'excitabilité du nerf, qui est due non à des phénomènes de polarisation (école allemande) ou à de simples actions chimiques (Matteucci), mais à une modification fonctionnelle produite par la différence de direction de ces courants.

Les expériences de Matteucci n'en restent pas moins entières et ont une grande importance ; seulement, même en adoptant complétement sa théorie, nous sommes persuadés, d'après nos propres expériences, qu'il faut, dans la plupart des expériences, distinguer deux cas : celui où le nerf jouit de toute son excitabilité et celui où le nerf ne possède plus son excitabilité et agit comme corps conducteur susceptible d'éprouver des phénomènes d'électrolysation.

Dans le premier cas, tout courant, quelles que soient son origine, ses propriétés et sa direction, détermine une excitation du nerf sur lequel il est applique. Le nerf frais et vivant entre en activité au moindre ébranlement, à la plus légère irritation, que cette irritation soit mécanique, chimique ou électrique ; il est donc évident que le courant électrique qui modifie profondément l'état moléculaire des corps qu'il traverse, déterminera l'activité des nerfs et cela que le courant soit ascendant ou descendant et au moment de la fermeture comme au moment de l'ouverture, car dans chacun de ces moments l'état moléculaire est modifié.

Mais au bout de quelque temps, lorsque le nerf est exposé à l'air ou qu'il a été fatigué par le courant, son excitabilité

disparaît, et ici interviennent alors des conditions différentes et des phénomènes dus, non à l'action directe du courant sur la portion du nerf électrisé, mais à l'influence des courants dérivés et des courants de polarisation.

§ 6. — Courants dérivés.

Nous avons dit comment se formaient les courants dérivés et combien ils étaient manifestes dans l'organisme. Cependant relativement au courant direct, leur action est très-faible et l'on peut dire, en général, que leur influence chez l'homme ne fait jamais disparaître celle du courant

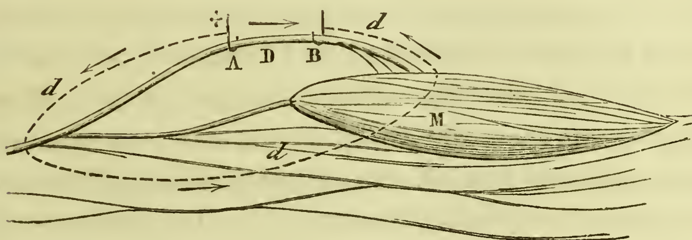


FIG. 44. — Figure servant à expliquer l'action des courants dérivés.

direct. Il n'en est pas de même dans les expériences faites sur les animaux.

Supposons un nerf sciatique parcouru pendant longtemps par un courant direct, et qu'à chaque fermeture du courant nous ayons obtenu une contraction et rien à l'ouverture, nous verrons, à mesure que le nerf perdra de son excitabilité, le phénomène devenir inverse, c'est-à-dire que la contraction aura lieu à l'ouverture et non à la fermeture. Voilà les raisons de ce phénomène : La portion AB du nerf électrisé étant épuisée, le courant direct ADB n'excite plus cette partie et par conséquent ne détermine plus de con-

traction au moment de sa fermeture. Mais en même temps que le courant direct ADB s'établit entre les points A et B du nerf, il se forme un courant dérivé A *dd* B qui se dirige des muscles de la cuisse au nerf. Ce courant agissant sur les terminaisons nerveuses et par conséquent sur des nerfs non épuisés, déterminera une excitation de ces filets nerveux, et comme il est ascendant, les contractions auront lieu à l'ouverture et non à la fermeture.

On peut s'étonner de l'action considérable des courants dérivés dans l'organisme, et nous avons dit l'erreur que nous avions commise en considérant comme des contractions réflexes des contractions provoquées par des courants dérivés. Il est important de se rappeler ici combien le nerf, en tant que corps conducteur de l'électricité, est mauvais conducteur, et cela nous explique pourquoi, lorsque la résistance pour le courant direct est très-forte, les courants dérivés prennent une influence si considérable. (Voir pour cette prédominance des courants dérivés, la premièrepartie de cet ouvrage.)

Pour que les courants dérivés changent ainsi l'ordre des contractions, il faut, comme nous l'avons observé, que la portion du nerf parcouru par le courant direct ne soit plus excitable. En effet, en irritant cette portion du nerf avec des excitations mécaniques ou chimiques, on n'obtient plus de contractions dès que l'influence des courants dérivés apparaît.

M. Longet et Matteucci ont constaté qu'en électrisant les nerfs mixtes, on obtenait avec un courant direct des contractions à l'ouverture; tandis qu'en électrisant les racines antérieures, c'est-à-dire des nerfs purement moteurs, les contractions avaient lieu au commencement du courant inverse et à l'interruption du courant direct.

MM. Martin-Magron et Rousseau, tout en constatant ce fait, croient pouvoir l'expliquer par les courants dérivés. Cette objection est très-sérieuse et très-juste; mais nous devons ajouter que dans les expériences de M. Longet et Matteucci, il faut encore tenir compte d'autres conditions. C'est ainsi que M. Claude Bernard a observé que la loi des contractions n'est pas la même lorsqu'on agit sur des nerfs mixtes séparés du centre nerveux ou sur ces mêmes nerfs intacts et communiquant avec lui. Dans ce cas, comme dans les expériences de M. Longet et Matteucci, les contractions avec un courant inverse ont lieu à la fermeture et non à l'ouverture.

Il nous reste à parler des courants de polarisation; ceux-ci ont la même cause que les courants secondaires, seulement nous les distinguons en ce qu'ils n'ont lieu qu'au moment de la cessation du courant, tandis que les courants secondaires existent pendant tout le temps que le courant traverse les tissus.

§ 7. — **Courants de polarisation.**

Nous avons, dans la partie physique, indiqué la nature des courants de polarisation. Nous avons mentionné des expériences faites sur des animaux à sang chaud et à sang froid, et nous sommes arrivés à cette conclusion que dans un tissu organique traversé par un courant, il se formait, au moment de la cessation de l'électrisation, un courant dirigé en sens inverse. Les expériences de Matteucci, que nous avons rapportées tout au long, confirment cette proposition et donnent l'explication de ces faits. Enfin, nous avons également institué l'expérience suivante, qui est une

nouvelle preuve de ce phénomène: Nous immergeons dans deux vases remplis d'eau distillée les extrémités d'un galvanomètre très-sensible. En plongeant alors les deux mains dans ces vases, on remarque quelquefois que l'aiguille reste à zéro, d'autres fois qu'elle dévie un peu, tantôt à droite, tantôt à gauche. Cette déviation est toujours faible, mais, malgré cela, il faut en tenir compte.

Retirant alors les mains de ces deux vases, nous les plongeons dans deux autres qui renferment les pôles d'un appareil à courant continu. Après avoir fait passer le courant seulement pendant quelques secondes, nous replongeons les mains dans les vases en contact avec le galvanomètre; aussitôt l'aiguille est déviée de 30, 40 degrés et même plus, et toujours en sens inverse de la déviation qu'elle éprouverait si elle était influencée par le courant employé. On peut, en mettant toujours les mêmes mains dans les mêmes vases en communication avec le galvanomètre, obtenir une déviation en sens opposé, si une première fois on s'est électrisé avec un courant allant de droite à gauche, et la seconde fois avec un courant allant de gauche à droite. La déviation du galvanomètre est donc bien le résultat de courants électriques qui persistent après l'électrisation et qui ont lieu en sens inverse du courant employé. La déviation de l'aiguille est d'autant plus forte, que le courant a été plus intense ou appliqué plus longtemps. —Elle a lieu rapidement et n'est point de longue durée. On l'obtient également si l'on a soin de s'essuyer promptement les mains avant de les mettre en contact avec les fils conducteurs du galvanomètre.

Il se forme donc, au moment de l'ouverture d'un courant, un courant en sens opposé du courant primitif.

Cette proposition peut rendre compte de plusieurs phénomènes que nous avons indiqués dans ce chapitre. Nous savons, en effet, que lorsqu'on fait passer un courant à travers une grenouille galvanoscopique, on obtient à l'ouverture du circuit une contraction seulement dans le membre qui a été parcouru par le courant inverse. Cette contraction est d'autant plus forte que le passage du courant a duré plus longtemps et que son intensité a été plus grande. Souvent cette contraction devient un véritable état tétanique.

Rappelons qu'avec les courants les plus faibles c'est le courant direct qui détermine le premier une contraction, ce qui démontre que c'est lui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs. Or, lorsqu'un nerf ne produit plus de contraction au moment de la fermeture d'un courant inverse et en produit au contraire à l'ouverture, on peut admettre que la contraction est due, non à la rupture du courant inverse, mais à l'action du courant direct de polarisation, qui se forme au moment de l'ouverture du courant inverse. Cette explication, qui a été donnée pour la première fois par Matteucci, nous paraît très-exacte et nous croyons pouvoir l'appliquer à la plupart des cas.

D'un autre côté, tandis que le nerf moteur est influencé le plus énergiquement possible par le courant descendant, le nerf sensitif est excité surtout par le courant ascendant. Si donc on applique sur un nerf moteur un courant descendant, c'est au moment du passage du courant que le nerf mis en activité provoquera des contractions musculaires. Avec un courant ascendant, comme nous venons de le dire, il se forme à l'ouverture un courant descendant, et c'est, en effet, à ce moment qu'ont lieu les contractions. Pour le nerf sensitif, le

courant ascendant agira au moment de son application, aussi est-ce à la fermeture qu'on obtient des actions réflexes et des signes de douleur. Quant au courant descendant, il ne devra agir qu'au moment de son ouverture, car à cet instant il se produit un courant ascendant ; c'est d'ailleurs ce qui arrive, car nous avons dit précédemment que les phénomènes de douleur ont lieu surtout à la cessation du courant direct et à la fermeture du courant inverse.

L'état tétanique obtenu quelquefois dans la patte qui a été parcourue pendant quelques minutes par un courant inverse, est également dû à des courants partiels qui se produisent après l'électrisation. Ce qui le prouve, c'est qu'en coupant le nerf entre les deux pôles, c'est-à-dire en empêchant les courants secondaires de se produire, on n'obtient jamais cet état tétanique.

Ces divers phénomènes sont les mêmes pour les animaux à sang chaud. Nous sommes parvenus à les rendre très-visibles au moyen de la méthode graphique. Les figures 45 et 46 ci-jointes représentent les tracés obtenus par la contraction des muscles de la face en électrisant directement le nerf facial chez un lapin.

La figure 45 représente le tracé obtenu en appliquant directement sur le nerf un courant descendant. On voit dans ce cas que la contraction est très-forte (A) et qu'elle tend à s'éteindre. Comme l'excitabilité portée sur le nerf est très-vive, il n'y a pas un relâchement brusque de la fibre musculaire, mais un relâchement progressif accompagné de quelques contractions fibrillaires. Cependant c'est toujours à la fermeture que la contraction est la plus énergique, et de plus il y a de nouveau une contraction très-manifeste au moment où l'on cesse l'électrisation (au point B). La

figure 46 indique le tracé obtenu en électrisant directement le nerf facial intact avec un courant ascendant. On voit



Fig. 45. — Contraction sous l'influence d'un courant descendant appliqué sur le nerf facial d'un lapin.



Fig. 46. — Contraction sous l'influence d'un courant ascendant appliqué sur le nerf facial d'un lapin.

entre ce tracé et celui obtenu avec le courant descendant, une différence assez notable. La contraction n'est pas ainsi forte, mais le muscle reste contracté pendant tout le passage du courant. C'est là une influence caractéristique du cou-

rant ascendant, et que nous retrouverons dans l'étude des contractions galvano-toniques.

Les figures 47 et 48 représentent les tracés obtenus par la contraction des mêmes muscles, en électrisant directe-



FIG. 47. — Contraction lorsque le nerf est épuisé (courant descendant).

ment le nerf facial. Seulement dans ce cas le nerf commence à être épuisé et à perdre de son excitabilité.

Si l'on compare la figure 47 à la figure 45, qui toutes deux sont obtenues avec un courant descendant, on voit que lorsque le nerf possède toute son excitabilité, il y a une contraction à l'entrée et à la sortie du courant, tandis que lorsque le nerf est épuisé, il n'y a de contraction qu'au moment de la fermeture du courant. La comparaison de la



FIG. 48. — Contraction lorsque le nerf est épuisé (courant ascendant).

figure 48 et de la figure 46, qui toutes deux sont obtenues avec un courant ascendant sur le même nerf, montre que la contraction, qui est très-énergique et très-constante lorsque

le nerf est très-excitable, n'a lieu, lorsque le nerf est épuisé, qu'au moment de l'ouverture. De plus, la contraction à ce moment, même dans sa forme graphique, ressemble parfaitement à celle qu'on obtient avec un courant descendant. C'est là une nouvelle confirmation de ce que nous avons dit, à savoir : que lorsque le nerf a perdu de son excitabilité, la contraction produite à l'ouverture d'un courant ascendant est due à la formation en ce moment d'un courant de polarisation qui n'est autre dans ce cas qu'un courant descendant.

L'existence de ces courants de polarisation peut également être constatée chez l'homme. Nous avons vu, en effet, qu'en appliquant à la partie supérieure de la moelle un courant ascendant assez énergique, on obtenait des phosphènes surtout à la fermeture du courant, tandis qu'en employant un courant descendant, c'est surtout au moment de l'ouverture que les phosphènes les plus intenses se produisent. Ce fait ne nous paraît explicable qu'en admettant qu'au moment de la rupture du courant descendant, il se forme un courant ascendant de polarisation, et comme le courant ascendant est celui qui influe le plus sur les phénomènes réflexes, c'est lui probablement qui, se produisant au moment de l'ouverture du courant descendant, agit jusque dans le cerveau et excite ainsi le nerf optique.

§ 8. — Des différences d'excitabilité produites par les changements d'intensité et de rapidité du courant.

La contraction d'un muscle est d'autant plus forte que l'intensité du courant est plus grande. Cette proposition n'est vraie que jusqu'à un certain maximum, au delà duquel les variations d'intensité ne produisent plus aucune

excitation. Nous avons fait à ce sujet l'expérience suivante : On fait passer à travers une grenouille, préparée à la manière de Galvani, le courant affaibli d'une pile de Daniel, et tandis que ce courant est maintenu, si l'on ajoute l'influence d'une seconde pile, on obtient encore des contractions à la fermeture. Mais si l'on fait passer d'une manière continue le courant de deux piles, on a beau ajouter l'action de deux, quatre, etc. autres piles, on n'obtient plus aucune contraction ; les membres de la grenouille restent immobiles. Cela se conçoit aisément, car l'excitation du nerf a atteint son maximum par l'influence des deux premières piles, et elle ne peut plus être augmentée par des courants plus forts. Ce fait démontre que, dans la pratique, lorsqu'on obtient l'excitation d'un nerf périphérique par un courant d'une certaine intensité, il est inutile d'augmenter l'énergie du courant, car l'effet n'en sera pas plus considérable, et l'on n'aura que l'inconvénient de déterminer de plus grandes douleurs.

Dans cette même expérience, si, au lieu de faire passer le courant dans le même sens, on emploie d'abord un courant de deux piles que l'on fait passer d'une manière continue, de gauche à droite, par exemple, et qu'on agisse alors de droite à gauche avec un courant d'égale force ou même deux, trois fois plus faible, on obtient aussitôt une série de contractions, surtout dans le membre traversé par le courant ascendant. Ce fait démontre qu'un courant, même beaucoup plus faible qu'un autre qui influe déjà sur les nerfs, détermine encore des contractions lorsqu'il est dirigé en sens inverse. Le courant primitif, étant descendant par exemple, agira sur les nerfs moteurs, et un courant ascendant étant appliqué pendant le passage du premier sur

ce même membre, produira l'excitation des nerfs sensitifs et pourra donner lieu à des actions réflexes ; l'action des courants sur les nerfs moteurs et les nerfs sensitifs est donc en grande partie indépendante l'une de l'autre.

Tout changement dans l'intensité d'un courant produit dans le nerf une excitation d'autant plus forte que le changement est plus rapide (Du Bois-Reymond). On peut donc, en n'augmentant le courant qu'avec une extrême lenteur, faire agir sur les nerfs un courant assez intense sans qu'il y ait de contraction. Pour cela, il faut, sans déterminer la moindre interruption, ajouter peu à peu l'action d'un nouvel élément. On évite ainsi la secousse initiale qui est toujours désagréable et qui effraye quelquefois les malades. Ce procédé est surtout utile lorsqu'on électrise la tête ou les régions cervicales, car on ne détermine ainsi ni phosphène, ni ébranlement. A l'ouverture du courant, il se forme un courant en sens inverse, et ce courant est d'autant plus fort que le courant employé a eu plus d'intensité ; il est donc également nécessaire, au lieu d'enlever brusquement les rhéophores, de diminuer le courant peu à peu. On évite ainsi la secousse de rupture du courant et le courant de polarisation. On peut, dans ce cas, ou faire glisser lentement le rhéophore sur des parties avoisinantes où l'épiderme n'est pas humecté, ce qui affaiblit la force du courant ; ou diminuer le nombre d'éléments sans produire d'interruptions au moment où l'on élimine un ou plusieurs éléments. Cette dernière méthode s'obtient au moyen d'un artifice de construction que nous avons signalé dans les appareils à courant continu.

Pour la tête surtout, il est important de ne jamais cesser brusquement l'électrisation : car le malade éprouve, lors-

qu'on ne tient pas compte de cette précaution, une secousse et un vertige souvent assez forts. C'est surtout le vertige qu'il faut éviter; pour cela, il est toujours bon de diminuer peu à peu le courant, quoique le malade n'accuse aucun phénomène de ce genre pendant l'électrisation; on ne peut, en effet, se guider d'après ce qui se passe pendant le moment de l'électrisation, le vertige n'apparaissant la plupart du temps qu'au moment de la rupture du courant.

§ 9. — Des différentes opinions émises sur l'influence de la direction des courants.

Nous ne pouvons mentionner et discuter dans ce chapitre toutes les opinions qui ont été émises sur l'influence des courants électriques lorsqu'ils agissent directement sur les nerfs; nous n'étudierons que les plus récentes et celles qui ont été soutenues par des savants dont l'autorité est justement considérable.

M. Claude Bernard, dans ses *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, donne les conclusions suivantes (1) :

« *a*. Un nerf placé dans les conditions organiques normales, apte à transmettre les excitations volontaires, ne donne jamais, lorsqu'on l'excite par le galvanisme, qu'une seule contraction, contraction qui a lieu au moment où l'on ferme le courant, quelle que soit sa direction.

» *b*. Le nerf, dans ces conditions, ressemble au muscle qui ne se contracte jamais qu'à l'entrée du courant, quel que soit le sens de celui-ci.

» *c*. De sorte que les actions des courants dérivés, si im-

(1) Page 185.

portantes à considérer sur les nerfs séparés de l'individu, sont sans action sur le nerf à l'état physiologique. »

Quelques pages plus loin (1), M. Claude Bernard ajoute encore les conclusions suivantes, qui ne sont, pour ainsi dire, que le corollaire des propositions ci-dessus.

» *d*. Les phénomènes que le nerf présente sous l'influence d'un excitant diffèrent beaucoup selon qu'il est contus, lésé, coupé, ou selon qu'il est frais et dans des rapports normaux.

» *e*. Tout ce que l'on a dit des différents sens dans lesquels peut se faire la contraction ne s'applique pas au nerf sain, qui offre toujours les mêmes réactions, quel que soit l'excitant auquel on le soumette et de quelque façon qu'on applique cet excitant. »

Nos propres expériences confirment plusieurs des conclusions de M. Claude Bernard ; et dès le commencement, nous avons tenu compte de la proposition *d*, qui est très-importante et qui explique la plupart des contradictions qui existent entre différents expérimentateurs.

Nous sommes également arrivés à cette conclusion que l'action des courants dérivés n'est manifeste que lorsque la partie du nerf parcouru par un courant n'est plus excitable, ce qui se rapproche beaucoup de la conclusion *c* de M. Claude Bernard : « Les actions des courants dérivés, si importantes à considérer sur les nerfs séparés de l'individu, sont sans action sur le nerf à l'état physiologique. » Notre conclusion diffère de celle de M. Claude Bernard en ce que nous croyons que, lorsque le nerf est frais et très-excitable, les courants dérivés n'ont aucune action bien mani-

(1) Page 195.

feste, que le nerf soit séparé ou non de l'individu. D'un autre côté, il faut reconnaître cependant, comme le prouvent les expériences faites avec le galvanomètre et comme le démontrent les phénomènes de phosphène et de goût métallique, que les courants dérivés existent réellement et qu'ils ont une influence plus ou moins considérable.

Quant aux propositions *a*, *b* et *c*, nous les croyons incomplètes : car, comme nous l'avons déjà dit, il faut distinguer les cas où l'on agit uniquement sur les nerfs et les cas où l'on agit sur le nerf et sur le muscle. Si, dans ce dernier cas, la contraction a lieu surtout au moment de la fermeture, il n'en est pas moins vrai que la direction des courants offre une influence très-marquée et que, dans certaines conditions, il y a une forte contraction à l'ouverture du courant. Nous ne pouvons assez revenir sur ce fait : qu'il est manifeste que la direction des courants a une grande influence sur l'ordre et l'énergie des contractions, et qu'il est important au physiologiste et au médecin d'en tenir compte. Nous verrons, à mesure que nous étudierons les cas pathologiques, combien cette distinction est capitale, et au point de vue purement physiologique, nous renvoyons pour ces faits au § 1 et au § 2 de ce chapitre, où nous mentionnons des différences très-marquées dépendant de la direction des courants. Cette différence a été constatée de tout temps depuis Aldini et Volta, et nous nous appuyons, pour poser les lois que nous avons énoncées, non-seulement sur des faits que nous avons observés, mais encore sur les recherches minutieuses et exactes de Matteucci.

M. Duchenne (1) ne croit pas que la direction des cou-

(1) *Loc. cit.*, p. 107.

rants ait une influence quelconque. « Il ressort, dit-il, de mes recherches que le courant direct est complétement impuissant contre l'anesthésie musculaire et cutanée, de même que j'ai vu ce courant n'exercer dans l'état normal aucune influence spéciale appréciable sur la sensibilité. »

« En résumé, *l'action physiologique ou thérapeutique de la direction d'un courant continu dans les nerfs est complétement illusoire chez l'homme.* »

Cette proposition de M. Duchenne est plus qu'une erreur, c'est une négation complète des travaux faits par tous les savants qui se sont occupés d'électrothérapie. Les faits que nous avons cités et ceux que nous allons encore mentionner suffisent d'ailleurs pour réfuter complétement l'opinion de M. Duchenne.

Mariani (1), Matteucci (2), Remak (3) et plusieurs autres auteurs, ont avancé que le courant ascendant agit plus énergiquement sur les nerfs moteurs, et que les nerfs sensitifs sont excités plus fortement par un courant descendant, admettant en même temps que la paralysie des nerfs est un fait analogue à celui qu'on peut produire par les courants constants, ayant toujours la même direction; ils en ont conclu qu'on doit traiter les paralysies du mouvement par les courants ascendants, et les paralysies des nerfs sensitifs par les courants descendants. D'après les expériences que nous avons citées, c'est au contraire la direction opposée qui doit être préférée dans chacun de ces cas.

(1) Mariani, Mémoire lu à l'Athénée de Venise (*Annales de chimie et de physique*, 1834).

(2) *Traité des phénomènes électro-physiologiques des animaux.* 1844, p. 270.

(3) *Galvanothérapie.* Paris, 1866, p. 23.

Matteucci rapporte en même temps que l'on peut, au moyen des courants constants, faire disparaître les contractions tétaniques chez une grenouille empoisonnée par la strychnine, et que, dans ce cas, la mort survient sans qu'aucune contraction ait lieu. Pour remplir le but de cette expérience, le courant ascendant, dit Matteucci, est préférable au courant descendant, *le premier produisant moins de contractions d'entrée.*

Cette dernière phrase nous donne l'explication de l'opinion erronée, à notre avis, de ces différents auteurs. Il est vrai, et nous l'avons indiqué, que le courant ascendant détermine dans certains cas moins de contractions que le courant descendant; mais cette différence n'est exacte que lorsque les actions réflexes sont diminuées ou abolies. Au bout d'un certain temps, dans les cas de tétanos même, le courant ascendant, aussi bien que le courant descendant, doit amener un arrêt des contractions tétaniques ; car l'un comme l'autre maintiennent les nerfs dans un état permanent d'état moléculaire, qui, restant constant, ne peut déterminer aucune contraction musculaire. L'excès d'irritation peut même produire cet effet, mais il nous paraît dangereux de chercher, comme le veut Nobili, à *émousser* le nerf dans le tétanos, et il vaut mieux ne pas agir sur les nerfs sensitifs et employer le courant qui de suite, selon nous, fait cesser les contractions réflexes; or, ce courant est le courant descendant.

En 1838, Matteucci, agissant d'après ces idées théoriques, essaya, avec le docteur Farina, de guérir un tétanos traumatique au moyen d'un courant constant par une pile de trente à quarante éléments.—*Un courant ascendant* fut dirigé du sacrum à la nuque. Les contractions tétaniques

cessèrent, mais le malade n'en mourut pas moins. Or, dans cette méthode d'électrisation, loin de diminuer l'excitabilité de la moelle, on l'a encore augmentée, et si la guérison n'a pas eu lieu, cela peut parfaitement tenir à cette excitation permanente de la moelle, excitation qui nous paraît certaine, quoique les contractions tétaniques aient cessé.

Nous reviendrons sur ce sujet dans le paragraphe où nous étudierons l'action des courants électriques sur les actions réflexes; mais, dès maintenant, on peut juger de l'influence en thérapeutique des expériences physiologiques. Il est d'une importance capitale d'être bien fixé sur les propriétés physiologiques des différents modes d'électrisation, et c'est parce que nous sommes persuadés de la vérité de cette proposition que nous croyons utile d'insister longuement sur ces faits, au risque de nous répéter plusieurs fois.

§ 10. — De l'influence des courants d'induction sur les nerfs périphériques.

a. Les courants d'induction ont sur les nerfs périphériques une influence très-différente de celle déterminée par les courants continus. Ici, comme dans l'action des divers courants électriques sur les muscles, nous pouvons nous assurer de l'erreur des médecins qui veulent assimiler les courants d'induction et les courants continus, et ne voir, dans les effets obtenus, qu'une différence d'intensité.

Sur les animaux assez petits (grenouilles, rats, lapins, etc.), les courants d'induction, même très-faibles, déterminent une contraction permanente du muscle et des phénomènes de sensibilité qui durent aussi longtemps que le nerf n'a pas perdu son excitabilité. Il faut remarquer que pour les

courants d'induction, l'extra-courant seul donne un courant dirigé constamment dans le même sens. Sur des animaux très-forts, et en employant des courants faibles, M. Chauveau est parvenu à distinguer des différences tenant à la direction de ces courants, ou mieux au contact de l'un ou de l'autre des deux pôles. Pour ce physiologiste, c'est toujours le pôle négatif qui seul est excitant.

Chez la plupart des animaux et chez l'homme, il est difficile de trouver une différence bien notable dans la direction des courants. Appliqué directement sur un nerf, l'extra-courant donne toujours lieu à une contraction tétanique du muscle, que le sens du courant soit ascendant ou descendant. Si les courants induits ne se succèdent pas rapidement, les contractions, au lieu d'être tétaniques, sont successives et n'ont lieu qu'après un relâchement momentané du muscle. Mais que les intermittences soient lentes ou rapides, on obtient toujours le résultat suivant :

L'excitation d'un nerf mixte par un courant induit donne lieu à des contractions des muscles et à des phénomènes de sensibilité.

La direction des courants d'induction n'a pas en général d'influence bien marquée.

b. En électrisant un nerf avec des courants interrompus, on obtient au galvanomètre une déviation négative de l'aiguille du galvanomètre (Du Bois-Reymond). Cette déviation, qui a été attribuée à la formation d'un courant de sens inverse, est due plus vraisemblablement à la disparition de tout courant électrique (Du Bois-Reymond), car au bout de peu de secondes, l'aiguille, au lieu de se maintenir au delà de zéro dans la direction opposée, revient à zéro et s'y maintient.

Ce phénomène se comprend facilement, si l'on admet que les courants électriques ne sont que le résultat des actions chimiques nécessitées par la nutrition. Pendant l'activité d'un organe quelconque, la nutrition est momentanément perturbée, ou mieux, les produits de la nutrition se trouvent épuisés rapidement, et comme les courants interrompus maintiennent le nerf dans un état d'activité très-intense, on comprend que les phénomènes électriques disparaissent.

Après fort peu de temps, un nerf électrisé par un courant d'induction perd toute excitabilité ; ses fibres motrices ne déterminent plus, sous l'influence d'un excitant, la contraction des muscles, et ses fibres sensitives deviennent complétement insensibles.

c. Nous avons déjà mentionné la loi suivante : *Une excitation électrique portée sur un nerf est d'autant plus forte que le changement est plus rapide.*

Cette loi nous explique l'action puissante des courants induits, car ils possèdent au plus haut degré la propriété d'agir rapidement. Eux-mêmes sont produits avec une rapidité étonnante, et par conséquent ils parcourent le nerf avec une grande vitesse et en changeant promptement l'état moléculaire des éléments nerveux.

La valeur excitante momentanée d'un courant dépend de sa rapidité d'action ; si l'on décrit une courbe qui indique la variation de l'énergie des contractions selon le temps employé par le courant pour parcourir une même fibre nerveuse, on obtient le summum de la courbe lorsque celle-ci monte et descend le plus perpendiculairement.

De cette même loi il résulte que l'on peut produire sur un nerf une excitation très-forte avec une force de cou-

rant très-faible; il suffit pour cela de le diriger rapidement sur le nerf et de l'en faire sortir avec la même rapidité. Or, les décharges d'électricité par frottement et les courants d'induction se dégagent avec une extrême vitesse et s'éteignent de même.

C'est dans cette loi qu'il faut chercher la cause de l'excitation si énergique des courants d'induction sur les nerfs moteurs et sur les muscles; ils changent rapidement et brusquement l'état moléculaire du nerf, et c'est avec raison que M. Chauveau admet que leur effet physiologique est le résultat d'un ébranlement mécanique imprimé aux molécules placées sur leur passage.

L'excitation du nerf par les courants d'induction est donc produite par un changement brusque et plus ou moins intense de son état moléculaire statique; plus, avons-nous dit, ce changement est rapide, plus l'excitation est forte. Cependant, il y a dans cette rapidité même une certaine limite, au delà de laquelle l'excitation n'est plus produite, car le changement moléculaire du nerf n'a pas eu le temps de se produire. Cela n'arrive presque jamais avec un nerf sain, quoique l'on puisse parvenir, même dans ces conditions, à ne pas tétaniser le muscle lorsqu'on emploie des courants d'induction à interruptions *excessivement* rapides. Dans ce cas, il n'est pas exact de dire que les interruptions sont tellement rapprochées qu'elles donnent lieu à un courant qui a les mêmes propriétés que les courants continus; car ceux-ci ont une influence toute différente, comme le prouvent l'expérience et les faits cliniques.

d. Un nerf parcouru pendant quelque temps par des courants d'induction, perd complétement son excitabilité à la fermeture comme à l'ouverture.

Cette proposition est le résultat d'expériences très-simples et incontestées. Elle trouve son application en électro-thérapie, comme nous le verrons plus loin.

e. On ne constate avec les courants d'induction ni courants dérivés ni courants de polarisation.

Il est probable que les courants dérivés se produisent également avec les courants d'induction, mais ils sont tellement rapides qu'ils ne produisent aucune action sur les éléments organiques, et qu'ils restent également sans influence sur le galvanomètre. Quant aux courants de polarisation, ceux-ci étant dus à des phénomènes d'électrolysation, il est évident qu'ils ne peuvent être produits avec les courants d'induction dont l'action électrolytique est presque nulle.

§ 11. — De l'influence des courants continus sur les centres nerveux. De l'influence des courants continus sur la moelle épinière.

Lorsqu'on fait passer un courant continu à travers la moelle épinière, on obtient constamment des contractions violentes de tout le corps et des phénomènes de douleur. Il est difficile, chez un animal sain, de voir de grandes différences entre la direction ascendante ou descendante du courant; en général, cependant, le courant ascendant détermine des contractions plus énergiques et qui se maintiennent plus longtemps.

Mais il est une autre propriété de la moelle qui a une importance considérable et dont l'étude va nous donner des indications importantes sur l'influence de la direction des courants, nous voulons parler des actions réflexes.

Pour augmenter les actions réflexes, il faut séparer l'encéphale de la moelle épinière et chez les grenouilles surtout, on obtient ainsi des actions réflexes très-belles et qui

durent pendant un temps très-long. Or, ces actions réflexes que plusieurs agents thérapeutiques peuvent diminuer, mais non abolir complétement, sont complétement anéanties par l'influence des courants constants et continus.

Lorsque les actions réflexes sont très-manifestes, si l'on fait passer à travers la moelle un courant descendant, c'est-à-dire un courant dont le pôle positif est placé sur la partie supérieure de la moelle et le pôle négatif sur la partie inférieure, on n'obtient plus, pendant toute la durée de l'électrisation, aucune action réflexe, quelque forte que soit l'excitation portée sur les membres postérieurs. Ceux-ci restent dans un état de relâchement complet, on peut les plier sans difficulté et leur donner la position que l'on veut, mais on ne peut y déterminer aucune contraction réflexe.

Lorsqu'on met le pôle positif sur la partie supérieure de la moelle et le pôle négatif sur l'un des membres postérieurs, on n'obtient plus aucune contraction réflexe dans le membre électrisé, mais on peut en déterminer dans le membre opposé, qui n'est point électrisé.

Dès que l'on suspend l'électrisation, les actions réflexes réapparaissent, mais dans les premières secondes qui suivent l'électrisation, elles sont moins prononcées qu'avant l'expérience et que quelques instants après l'expérience.

Les courants ascendants, — c'est-à-dire le pôle positif étant placé sur la partie inférieure de la moelle et le pôle négatif sur la partie supérieure, — donnent quelquefois les mêmes résultats que les courants descendants, mais en général ils déterminent une série de contractions dans les membres inférieurs et augmentent même les actions réflexes.

Ces expériences, faites principalement sur des grenouilles, ont été répétées sur des rats et des cochons d'Inde et nous ont donné les mêmes résultats; sur les animaux à sang chaud, après avoir piqué le bulbe, nous coupâmes la moelle à sa partie supérieure, et la manifestation des actions réflexes fut empêchée en faisant passer un courant descendant sur la moelle (1).

Voici encore quelques expériences physiologiques qui viennent confirmer cette proposition.

Eckhard avait déjà observé que chez une grenouille empoisonnée par la strychnine, on arrêtait les contractions tétaniques en faisant passer un courant constant par le nerf qui se rend à ces muscles. Il en est de même si l'on trempe un nerf dans une solution de chlorure de sodium, qui produit également le tétanos, et si ensuite on électrise le nerf au-dessous de l'endroit irrité; le tétanos disparaît aussitôt que le courant est établi. Eckhard conseille d'employer de préférence le courant ascendant, ce que nous croyons être une grave erreur. En effet, si sur un nerf en contact avec du sel marin et qui détermine des contractions tétaniques des muscles, on applique un courant ascendant, les contractions tétaniques cessent, mais les muscles restent contracturés, tandis qu'ils se relâchent lorsqu'on applique un courant descendant. Nous avons vu ces phénomènes non-seulement sur des animaux à sang froid, mais encore sur des animaux à sang chaud. Sur des lapins, en détachant un des membres postérieurs et en plongeant le sciatique dans de l'eau salée, on peut très-facilement observer cette différence d'action des courants continus, selon leur direction.

En empoisonnant une grenouille par de la strychnine, nous avons répété plusieurs fois l'expérience suivante : En appliquant un *courant descendant* sur la colonne vertébrale, le tétanos cessait immédiatement, et la grenouille, qui était maintenue au-dessus de la planchette sur ses pattes de devant, roides et contracturées, s'affaissait aussitôt, car ses pattes de devant se ployaient et perdaient leur rigidité. En employant au

(1) *Mémoires de la Société de biologie*, séance de mai 1868. Legros et Onimus, *De l'influence des courants électriques constants et continus sur les actions réflexes.*

contraire un *courant ascendant*, la grenouille poussait aussitôt des cris et restait élevée sur ses pattes, qui même semblaient se roidir davantage. Les mouvements tétaniques disparaissaient en effet à ce moment, c'est-à-dire qu'on n'apercevait plus aucune alternative de relâchement et de contraction des muscles, mais ceux-ci étaient maintenus dans un état de contracture permanente. Cet état finit également par disparaître, mais cela n'arrive qu'au bout de quelque temps et par la fatigue du système nerveux sous l'influence de cette forte excitation.

Enfin, une autre expérience démontre d'une manière encore plus nette, s'il est possible, cette action différente de la direction des courants.

On sait que, si l'on plonge une grenouille dans de l'eau chaude à la température de 39 degrés, elle perd aussitôt toutes ses propriétés vitales; elle ne respire plus, elle ne sent plus, elle ne se meut plus et meurt si on la maintient longtemps à cette température. Si dans ces conditions on la retire de l'eau au moment où elle vient de perdre les mouvements volontaires et sa sensibilité, *on obtient, en électrisant la colonne vertébrale, des contractions très-manifestes avec un courant descendant, tandis que l'on n'obtient pas de contractions, ou du moins elles sont excessivement faibles, avec le même courant, s'il est ascendant.*

A mesure que la grenouille se refroidit, les contractions et les signes de douleur commencent à apparaître par l'électrisation de la moelle avec un courant ascendant ; elles sont d'abord excessivement faibles et toujours beaucoup moins énergiques que celles obtenues par le courant descendant. Lorsque la grenouille est complétement revenue et qu'elle possède de nouveau toute sa sensibilité, on obtient le phénomène inverse : car les contractions deviennent plus fortes avec le courant ascendant qu'avec le courant descendant.

Cette expérience vient confirmer tout ce que nous avons dit jusqu'à présent, c'est-à-dire :

Que le courant descendant, appliqué sur la moelle, agit directement sur les nerfs moteurs et non par action réflexe ;

Que le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle, qu'il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe, que les contractions qu'il détermine sont d'autant plus fortes que l'excitabilité des nerfs sensitifs et du centre spinal est plus

grande, et enfin que son action sur les nerfs moteurs devient presque nulle lorsque les nerfs sensitifs ou la moelle ont perdu leur excitabilité.

Cette dernière expérience montre encore que *les nerfs sensitifs perdent leurs propriétés plus rapidement et les reprennent plus lentement que les nerfs moteurs.*

De ces expériences physiologiques nous pouvons rapprocher des faits cliniques.

— Chez un paraplégique où les mouvements réflexes étaient très-marqués dans les membres inférieurs, nous sommes parvenus à les diminuer notablement par l'électrisation de la partie inférieure de la moelle au moyen des courants continus à direction descendante.

Les courants à direction ascendante ayant été employés une fois, le malade fut pris immédiatement de tremblements dans les jambes et de contractions violentes dans la partie inférieure du tronc; le bassin était soulevé à plusieurs reprises, et ces mouvements ne cessèrent qu'au bout de quelques minutes.

— Chez un enfant de douze ans, l'affection assez singulière était surtout caractérisée par des actions réflexes très-manifestes. Toutes les cinq ou dix minutes, l'enfant se roulait sur le lit ou sur le plancher, puis au bout d'un instant l'accès se terminait par une roideur complète de tous les membres. En ce moment, on ne pouvait plier aucun membre et l'on parvenait à soulever l'enfant tout entier en le prenant par une jambe; les yeux étaient convulsés en haut. L'accès terminé, l'enfant revenait complétement à lui et n'avait ni mouvements choréïques, ni aucun trouble dans les phénomènes intellectuels. L'impression de l'air (une fenêtre ouverte dans un appartement), l'impression de l'eau, et même à la fin les boissons, la lumière trop vive, lui provoquaient immédiatement un accès très-fort. M. le professeur Sée considéra la plupart de ces phénomènes comme dus à une cause hystérique. L'application des courants continus guérit complétement au bout de quinze séances (la guérison s'est maintenue; elle date de quatre ans). La direction des courants fut descendante et l'électrisation eut lieu directement sur la moelle. A une séance, au lieu d'employer des courants descendants, nous employâmes des courants ascendants, et aussitôt, ce qui n'est jamais arrivé avec les courants descendants, l'enfant fut pris d'une crise violente. La crise terminée,

nous appliquons encore les courants ascendants, et une nouvelle crise réapparaît. Les courants descendants appliqués alors ne donnent lieu à aucune crise et les éloignent de plusieurs heures.

— Chez une jeune fille de huit ans, qui avait perdu depuis un an la parole et la plus grande partie de son intelligence (parents syphilitiques) et chez laquelle étaient en même temps survenus des phénomènes choréiformes, marche difficile, usage des mains impossible, mouvements incoordonnés presque continus, etc., en appliquant sur la colonne vertébrale un courant ascendant de quinze à vingt éléments Remak, la malade ne cessait, pendant tout le temps de l'électrisation, de pousser des cris, de se remuer, de mouvoir ses membres en tous sens, et cette agitation souvent se prolongeait plusieurs heures après la séance qui durait près de dix minutes. En appliquant, au contraire, sur la colonne vertébrale un courant descendant de même force et même plus fort, la petite fille restait calme, ses mouvements des membres cessaient, elle ne poussait pas de cris, et souvent même s'endormait quelque temps après la séance ! Plusieurs fois, dans une même séance, nous changions ainsi la direction des courants, et chaque fois nous obtenions une excitation avec des courants ascendants et au contraire un calme très-marqué avec des courants descendants. Le fait était tellement tranché que les parents en ont fait eux-mêmes la remarque.

— Chez une jeune fille de dix-sept ans, hystérique et qui avait des symptômes très-curieux du côté du larynx, du voile du palais et des muscles de la face, consistant en une sorte d'aboiement suivi d'un reniflement intense et de contractions de la plupart des muscles de la face, on calmait et empêchait tous ces symptômes en introduisant le pôle positif dans la bouche contre la voûte palatine et en plaçant le pôle négatif sur les parties périphériques (il est permis de considérer dans ce cas le courant comme centrifuge, le pôle positif étant placé plus près de la base du crâne que le pôle négatif). Dans la direction contraire, le pôle négatif étant placé sur la voûte palatine, les accès, qui d'ailleurs se succédaient toutes les deux ou trois secondes, étaient plutôt augmentés. Dans tous les cas, ils n'étaient pas empêchés. Cette jeune fille ne fut pas guérie complétement au bout de seize séances, mais elle fut profondément améliorée, l'aboiement et le reniflement disparurent, mais les contractions des muscles de la face, formant une sorte de tic, continuèrent. Inutile d'ajouter, qu'à l'exception de deux à trois fois et pendant un temps très-court, nous avons toujours employé un courant centrifuge. En rapprochant ces observations, que nous pourrions multiplier, des expériences physiologiques, nous avons voulu montrer combien sont vrais et profi-

tables en pratique les faits observés chez les animaux, et combien on a le droit d'agir thérapeutiquement d'après les enseignements que donnent les expériences sur les animaux.

Nous verrons, dans l'étude de la chorée, de nouvelles preuves de cette différence d'action des courants continus selon leur direction,

Nous pouvons, d'après ces faits, poser comme loi générale que :

Le courant ascendant excite la moelle et augmente les actions réflexes, tandis que le courant descendant empêche les actions réflexes et diminue l'excitabilité de la moelle.

§ 12. — **De l'influence des courants électriques sur l'encéphale.**

On comprend combien il est difficile d'arriver expérimentalement à des faits bien précis en électrisant l'encéphale chez des animaux. En appliquant directement les rhéophores d'un courant constant sur les circonvolutions, l'animal ne manifeste ni aucune douleur, ni aucun mouvement. Il y a bien des changements dans les phénomènes de circulation que nous avons signalés dans le chapitre consacré à l'influence de l'électricité sur la circulation, mais au point de vue de l'influence directe sur le système nerveux encéphalique, nous ne pouvons qu'indiquer une tendance au sommeil, une sorte de stupeur et de grand calme succédant chez la plupart des animaux à l'électrisation de l'encéphale.

Chez des pigeons, nous avons enfoncé des épingles dans les os du crâne et nous avons fait passer par ces épingles un courant de dix éléments Remak. Au bout d'un instant, les animaux se maintiennent tranquilles; l'un d'eux, aussitôt après la cessation de l'électrisation, se mit à s'endormir pendant toute une heure; un second, où l'électrisation avait

amené des lésions plus graves, dues aux cautérisations par les produits de l'électrolyse, aussitôt que le courant eut cessé, se maintint affaissé pendant quelque temps et fit entendre un roucoulement qui dura quelque temps. Quelques minutes après, il fut pris de vomissements très-nombreux et qui continuèrent même après que l'estomac fut entièrement vidé (ces vomissements étaient dus probablement à l'excitation du pneumogastrique). En même temps l'animal était complétement indifférent aux objets extérieurs, il ne sentait plus, ne voyait plus, etc..., il succomba quelques heures après. A l'autopsie, on trouva deux grandes eschares de la substance cérébrale dues à l'action électrolytique des courants, et une hémorrhagie sanguine abondante près de l'eschare produite par le pôle négatif.

Les courants d'induction, appliqués soit sur la substance corticale des hémisphères, soit sur les couches optiques et les corps striés, ne donnent lieu à aucune contraction musculaire ni à aucun phénomène bien appréciable.

Sur un coq, en mettant un rhéophore dans la crête et l'autre sous la peau du cou, nous avons fait passer un courant induit assez fort. Au moment du passage, le coq tombe sur la tête et la plupart du temps fait la culbute, mais aussitôt après il peut se maintenir sur ses jambes, et la moelle épinière paraît complétement normale au point de vue de ses fonctions. Le bulbe est atteint, car la respiration cesse. Mais ce qui nous a frappé, c'est qu'aussitôt l'animal perd toute volonté; il reste debout, immobile, insensible, comme un animal auquel on aurait enlevé les lobes cérébraux. La pupille reste immobile de même que les paupières, et l'on a beau irriter la muqueuse de l'œil, il n'y aucune action réflexe dans la pupille ni dans les muscles de l'œil ou de la paupière. Ces phénomènes disparaissent dès que les courants induits cessent de passer à travers la tête de l'animal.

— Chez un lapin sur lequel nous avons étudié l'influence des courants induits sur la circulation, nous avions fait passer du cou à l'oreille des courants induits assez forts. Après l'expérience, l'animal paraissait un peu étourdi, mais sa marche était facile et normale. Deux à trois jours après, sans qu'aucune autre expérience ne fût faite sur ce lapin, nous remarquâmes qu'il tenait la tête penchée d'un côté, et cet état augmenta graduellement. Huit jours après, dès que l'animal voulait

marcher ou qu'il essayait de se maintenir sur ses jambes, il tombait sur le côté et roulait sur lui-même. Il avait même les deux espèces de rotation, l'une de droite à gauche sur lui-même, et l'autre circulaire lorsqu'il parvenait à faire quelques pas.

Nous supposions que les courant induits avaient déterminé une hémorrhagie du côté du cervelet. Mais, à l'autopsie faite près de quinze jours après l'expérience, nous ne découvrîmes aucun foyer hémorrhagique, aucune tumeur; le cerveau, le cervelet, le bulbe et les enveloppes de ces centres nerveux n'offraient aucune lésion.

Les symptômes que l'animal a présentés pendant sa vie ne peuvent donc être attribués qu'à une perte fonctionnelle de certaines régions des centres nerveux, à un épuisement des cellules, qui a amené une perte de nutrition et de fonctionnement. Il est probable que si l'autopsie avait été faite quelque temps plus tard, nous aurions trouvé des points de ramollissement dans le cervelet et le cerveau.

§ 13. — Considérations générales sur l'influence des courants sur le système nerveux.

On sait l'importance que tous les auteurs allemands ont attachée aux faits découverts par M. Du Bois-Reymond, et dans tous les ouvrages d'électrothérapie, ils cherchent à expliquer d'après ces faits les moyens curatifs des courants électriques. Mais la théorie de M. Du Bois-Reymond n'est plus soutenable lorsqu'il veut identifier le fluide électrique et l'influx nerveux; et l'hypothèse que, dans les paralysies, les névralgies, etc., on renforce et l'on modifie la tonicité électrique d'un nerf, nous paraît non-seulement une exagération, mais une grande erreur. Dans toutes les affections des nerfs, comme dans celles de toute espèce d'élément anatomique, l'altération consiste dans une modification de la nutrition, et les courants électriques n'agissent, la plupart du temps, selon nous, que par leur influence sur la circulation, sur la nutrition intime, sur les phénomènes

d'endosmose et d'exosmose. Quant aux courants électriques des nerfs et des muscles, c'est un phénomène concomitant, mais non occasionnel.

Les faits d'anélectrotonus et de catélectrotonus découverts par Pflüger sont venus rendre plus séduisantes les théories de M. Du Bois-Reymond, et toute l'école allemande se complaît dans des dissertations sur les propriétés électriques des nerfs et des muscles. Pour ces médecins, l'influence d'un courant continu, calme parce qu'il produit l'anélectrotonus; le même courant excite, au contraire, parce qu'il détermine l'état catélectrotonique. L'un rend les molécules plus mobiles, l'autre les maintient dans un état stable; l'un renforce les courants propres, l'autre les amoindrit. La direction du courant, son intensité, son action sur les muscles des artérioles, ses effets électrolytiques, tout cela disparaît devant cette seule loi; le pôle positif fait disparaître l'excitabilité des nerfs parce qu'il détermine l'état anélectrotonique, et le pôle négatif augmente l'excitabilité parce qu'il produit l'état catélectrotonique.

Tous ces faits incontestables, sur lesquels s'appuient ces théories, ont reçu une explication simple et rigoureuse; mais jusqu'à présent l'école allemande n'a pas encore voulu tenir compte des expériences de Matteucci, expériences que M. Becquerel est venu confirmer et que nous avons également répétées. Cette explication part de ce principe facile à démontrer expérimentalement, que le passage même le plus rapide d'un courant de la pile est accompagné de phénomènes électrolytiques : au pôle positif, il se dégage des acides, au pôle négatif des alcalis; et les expériences physiologiques avaient fait connaître depuis longtemps que les nerfs perdaient leur excitabilité en présence des acides, et

qu'au contraire leur excitabilité était augmentée au contact des alcalis faibles (1).

Au point de vue historique et théorique, il est très-curieux de rapprocher ces faits de ceux qu'on avait cru découvrir chez les végétaux, où l'on avait observé que, près du pôle négatif, le développement des plantes se faisait plus rapidement que près du pôle positif. Ici encore, l'effet n'est qu'indirect, car près du pôle négatif il se produit de la potasse, de la chaux provenant des sels en dissolution dans l'eau, tandis qu'autour du pôle positif il se dégage des acides. Or, on sait que les bases favorisent la transformation de l'amidon en dextrine et en sucre nécessaire à la germination, tandis que la présence d'un acide arrête cette transformation.

En employant de l'eau distillée, de manière que le passage du courant produise seulement de l'hydrogène à l'électrode négatif et de l'oxygène au positif, on favorise, au contraire, la germination au pôle positif par l'oxygène et l'ozone qui s'y développent.

(1) Nous avons déjà publié ces remarques en 1869, dans le *Journal d'anatomie et de physiologie*, et nous y attachions peut-être à cette époque moins d'importance qu'aujourd'hui. Car, au moment où ces lignes sont à l'impression, M. Jaccoud vient de faire paraître dans le *Nouveau dictionnaire de médecine et de chirurgie* (J. B. Baillière, édit.) un article sur l'*Électricité*, où sont développées toutes les idées allemandes. C'est un exposé très-long des théories de Du Bois-Reymond, de Funcke, de Pflüger, etc.; mais, malgré le talent de M. Jaccoud, nous craignons que toutes ces questions restent obscures pour la plupart des lecteurs. Dans tous les cas, c'est chercher bien loin et avec beaucoup de peine des hypothèses mal fondées et qui sont bien près de n'avoir plus aucun intérêt. Nous avons autant d'estime que qui que ce soit pour les travaux des savants allemands, mais nous croyons qu'il est plus nuisible qu'utile d'acclimater chez nous toutes les théories qu'ils ont inventées. Quel rapport y a-t-il entre ces molécules bipolaires, ces oscillations positives ou négatives de molécules et les faits exacts? Niemeyer même trouve que ses compatriotes abusent du catélectrotonus et de l'anélectrotonus.

Mais quoique indirecte, cette influence prédominante du pôle négatif n'en est pas moins remarquable, et comme les phénomènes électrolytiques ont une action très-grande dans les effets physiologiques, il faut en tenir compte, même au point de vue pratique.

Quelques expériences semblent d'ailleurs démontrer que le pôle négatif est seul efficace pour produire la décomposition des substances transmises par un courant (Daniel, Vorcillet). En faisant, par exemple, passer un courant électrique à travers une série de tubes en U remplis de chlorure d'or, on remarque, au bout de quelque temps, que l'or décomposé provient du liquide qui avoisine les électrodes négatifs. L'essai chimique prouve que le liquide qui entoure les électrodes positifs n'a pas perdu d'or. Il en est de même pour d'autres sels.

Ces faits semblent en opposition avec les lois de l'électrolyse, qui montrent que les quantités décomposées dépendent de la quantité d'électricité qui passe et non du sens du courant. Ils ont été expliqués par plusieurs physiciens (d'Almeida, Poggendorf), ainsi que les anomalies que l'on rencontre souvent dans l'emploi des voltamètres (Jamin) ; mais le fait n'en est pas moins digne de remarque au point de vue médical. Dans l'électrolyse des tissus, l'eschare fournie par le pôle négatif est, en effet, toujours plus considérable que celle qui a lieu au pôle positif. De plus, c'est bien dans cette action chimique, plus considérable au pôle négatif, que nous croyons pouvoir attribuer, en partie du moins, l'excitation plus vive que produit le pôle négatif.

Ces faits, purement physiques, prouvent bien que pour la différence d'action des pôles positif et négatif, il n'est

nullement nécessaire de recourir à des hypothèses qui sont toutes plus ou moins obscures.

Cependant, ce qui nous semble en dehors de phénomènes purement physiques et propre aux seuls nerfs vivants, c'est l'influence de la direction du courant. Nous avons déjà vu que le courant à direction centripète resserrait les artérioles et diminuait la quantité de sang dans les parties périphériques, tandis qu'au contraire, le courant centrifuge dilatait les vaisseaux. Comme la circulation a une grande influence sur l'excitabilité des nerfs, il très-probable que l'on peut ainsi expliquer une partie de l'action des courants sur les centres nerveux.

D'un autre côté, les nerfs moteurs transmettent l'influx nerveux des centres à la périphérie, tandis que les nerfs sensitifs le transmettent de la périphérie aux centres; il est donc possible qu'un courant centrifuge agisse avec plus de force sur les nerfs moteurs, et qu'un courant centripète ait plus d'influence sur les nerfs sensitifs. C'est, en effet, ce que démontrent les expériences, et nous avons pu résumer ainsi l'influence des courants continus sur les nerfs périphériques.

A. Le courant descendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs.

B. Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs.

C. L'excitabilité des nerfs est diminuée par un courant direct ou descendant, et elle est augmentée par un courant inverse ou ascendant.

Nous avons vu également, en recherchant l'influence de la direction des courants sur la moelle :

D. Que le courant descendant appliqué sur la moelle

agit directement sur les nerfs moteurs et non par action réflexe ;

E. Que le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle et qu'il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe ;

F. Que le courant descendant empêche les actions réflexes, tandis qu'un courant ascendant les exagère.

Ce qu'il importe de remarquer, c'est qu'ici il ne s'agit pas de l'action locale de tel ou tel pôle. Certes, avec un courant descendant par exemple, le pôle positif se trouve placé plus près des centres, et les partisans de l'électrotonus et du catélectrotonus pourront objecter que cette moindre excitabilité du courant descendant est due à la présence du pôle positif sur les centres. Mais s'il en était ainsi, il devrait y avoir en même temps, dans ce cas, augmentation de l'excitabilité près du pôle négatif, et cependant, dans ces conditions, il n'en est rien. De même, le courant inverse devrait, dans cette hypothèse, être toujours plus excitant pour les nerfs moteurs comme pour les nerfs sensitifs, ce qui est également contraire aux faits.

Nous admettons, et nous avons donné à l'appui des preuves physiques, que lorsque les deux pôles sont mis sur une surface quelconque d'un organe, ou lorsqu'ils sont placés sur un nerf séparé des centres, il y a une plus grande action excitante du côté du pôle négatif. Mais lorsqu'on agit sur les nerfs et sur les centres de manière à avoir entre les deux électrodes une assez grande étendue de substance nerveuse, la direction du courant a une action très-marquée, parce que, selon sa direction, indépendamment des actions locales des électrodes, elle influe sur l'excitabilité soit des nerfs moteurs, soit des nerfs sensitifs. La direction des courants induits même paraît avoir une certaine influence, car

A. Becquerel a remarqué que dans le traitement des névralgies par ces courants il valait mieux employer le courant direct.

Cette influence de la direction des courants a une grande valeur en pratique, et nous y attachons une grande importance.

L'Ecole allemande nous paraît avoir le tort de ne pas tenir compte de la *direction* des courants, mais uniquement de l'action plus excitante du pôle négatif ; elle ne voit dans cette action qu'une *modification moléculaire*, une *polarisation* spéciale et différente aux deux pôles. Matteucci a prouvé d'une manière incontestable que ces différences tenaient surtout à des *phénomènes électrolytiques* ; il a insisté en même temps sur la nécessité de tenir compte de la direction des courants. Cependant, ses explications de tous ces phénomènes, sont peut-être trop exclusivement fondées sur des actions chimiques. Pour le nerf intact rattaché aux centres et partout protégé du contact direct des électrodes par les tissus ambiants et par l'épiderme, nous croyons que la *seule direction* du courant a une grande influence, selon qu'elle est identique ou opposée à celle que parcourt dans ce nerf l'influx nerveux.

RÉSUMÉ DE L'INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LE SYSTÈME NERVEUX.

Expériences sur les nerfs périphériques. — Courants de la pile.

Nerfs moteurs.

Pour bien étudier l'influence des courants sur les nerfs moteurs, il est important de séparer le nerf de la moelle, afin d'éliminer l'action des nerfs sensitifs.

COURANT DIRECT (CENTRIFUGE OU DESCENDANT).	COURANT INVERSE (CENTRIPÈTE OU ASCENDANT).
Courant très-faible : contraction seulement à la fermeture.	Courant très-faible : contraction seulement à l'ouverture.
Courant moyen ou fort : contraction à la fermeture et à l'ouverture. La contraction produite à l'ouverture est toujours plus faible que celle de la fermeture.	Courant moyen ou fort : contraction à la fermeture et à l'ouverture.

En mesurant au dynamomètre les contractions, on reconnaît que la contraction due à la fermeture du courant direct est plus forte que celle due au courant inverse.

Avec les courants les plus faibles qu'on puisse établir en augmentant graduellement on obtient, comme *premier* phénomène, la contraction au moment où le courant direct commence à passer; le courant inverse, pour produire une contraction, au moment où il cesse de passer, nécessite un courant un peu plus fort. Explications par cette influence du courant direct, des expériences de Marianini et de M. Chauveau.

Le courant direct est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs moteurs.

Nerfs sensitifs.

COURANT DIRECT.	COURANT INVERSE.
Peu d'action. En général, détermine peu de phénomènes de sensibilité au moment de sa fermeture, mais très-souvent au moment de l'ouverture.	Détermine des phénomènes de sensibilité très-prononcée au moment de la fermeture et en même temps des contractions réflexes. — Conditions des contractions réflexes.

Sur les nerfs de sens spéciaux (nerf acoustique, optique, etc.), les courants déterminent des sensations particulières (phophènes, bourdonnements, goût métallique).

Le courant inverse ou ascendant est celui qui agit le plus énergiquement sur les nerfs sensitifs.

Nerfs mixtes.

L'excitabilité des nerfs mixtes est diminuée par un courant direct et est augmentée par un courant inverse.

Conséquence de cette loi : Un nerf, fatigué par le courant direct, regagne de l'excitabilité par le courant inverse, et un nerf dont l'excitabilité a été augmentée par le courant inverse, perd son excitabilité par un courant descendant (Volta, Lehot, Marianini). — Expérience de Ritter.

La cause de l'augmentation de l'excitabilité des nerfs, sous l'influence d'un courant ascendant, dépend à la fois du nerf et de la moelle.

Influence des courants de la pile agissant à la fois sur les nerfs et sur les muscles.

Dans ces conditions, c'est toujours au moment de la fermeture qu'on obtient les contractions les plus énergiques. — Chez l'homme, les contractions les plus fortes ont lieu dans le membre parcouru par le courant inverse lorsque la sensibilité est conservée ; le contraire a lieu lorsque la sensibilité est diminuée ou abolie.

Contractions réflexes. — Contractions induites.

Etat électrotonique. — Expérience fondamentale de M. Du Bois-Reymond. — Théorie de cet auteur.

Expériences de M. Pflüger : Etat anélectrotonique et catélectrotonique.

Expériences de Bezold.

Explication de l'état électrotonique par Matteucci, qui l'attribue à la formation de courants secondaires. Expériences de Matteucci.

De l'influence des courants dérivés dans les expériences sur les nerfs périphériques.— C'est surtout à l'action des courants

dérivés que sont dues la plupart des contradictions qui se trouvent dans les auteurs qui se sont occupés de ces recherches.

C'est ainsi qu'un nerf frais parcouru par un courant direct donnera des contractions fortes au moment de la fermeture et de très-faibles à l'ouverture, tandis qu'à mesure qu'il perd de son excitabilité le phénomène devient inverse, c'est-à-dire que les fortes contractions auront lieu à l'ouverture et non à la fermeture. Ce changement est dû à l'action des courants dérivés, qui agissent seuls lorsque la partie du nerf parcouru par le courant direct n'est plus excitable.

Courants de polarisation. — Expériences de Matteucci et expériences personnelles qui démontrent que dans les tissus vivants, *il se forme*, *au moment de l'ouverture d'un courant, un courant en sens opposé du courant primitif.*

Donc, au moment où l'on cesse d'électriser un nerf, il se forme un courant en sens opposé qui, selon les cas, peut être prédominant. Lorsqu'on cesse l'électrisation avec un courant inverse, par exemple, ce n'est donc pas seulement l'ouverture du courant qui agit, *mais bien la formation en ce moment d'un courant direct de polarisation.* Ce fait explique parfaitement les différentes alternatives d'excitation et les contradictions apparentes de quelques expériences. Influence des courants de polarisation chez l'homme.

Des différences d'excitabilité produites par les changements d'intensité et de rapidité du courant.

Tout changement dans l'intensité du courant produit dans le nerf une excitation d'autant plus forte que le changement est plus rapide (Du Bois-Reymond).

Des différentes opinions émises sur l'influence de la direction des courants.

Propositions de M. Claude Bernard. Elles ne peuvent se rapporter à tous les cas.

Fausse interprétation de Marianini, Remak, Matteucci, sur l'influence du courant inverse.

Applications thérapeutiques.

De l'influence des courants d'induction sur les nerfs périphériques.

Différence d'action du pôle positif et du pôle négatif (Chauveau).

L'excitabilité d'un nerf mixte par un courant induit donne lieu à des contractions des muscles et à des phénomènes de sensibilité.

La direction des courants d'induction n'a pas en général d'influence bien marquée.

Un nerf parcouru par des courants d'induction, détermine une déviation négative de l'aiguille du galvanomètre.

Au bout d'un temps plus ou moins variable, un nerf parcouru par des courants induits perd complétement son excitabilité.

De l'influence des courants continus sur les centres nerveux.

Expériences physiologiques personnelles et observation de malades démontrant que le *courant inverse ou ascendant excite la moelle et augmente les actions réflexes, tandis que le courant descendant ou direct empêche les actions réflexes.*

Expériences sur des animaux chez lesquels nous avons augmenté ou aboli l'excitabilité de la moelle.

Conclusions de plusieurs expériences personnelles : *Le courant descendant appliqué sur la moelle agit directement sur les nerfs mixtes et non par action réflexe.*

Le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle; il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe, car les contractions qu'il détermine sont d'autant plus fortes que l'excitabilité des nerfs sensitifs ou du centre spinal est plus grande; d'un autre côté, son action sur les nerfs moteurs devient nulle, ou presque nulle, lorsque les nerfs sensitifs ou la moelle ont perdu leur excitabilité.

RECHERCHES CLINIQUES SUR LE SYSTÈME NERVEUX.

Système nerveux périphérique.

Nous allons suivre dans l'exposé des faits cliniques l'ordre que nous avons suivi dans la partie physiologique. Nous commencerons donc par étudier la pathologie du système nerveux périphérique, puis celle des centres nerveux. Nous ne nous occuperons pas des nerfs du grand sympathique, car leur étude a été faite en partie dans le chapitre sur la circulation et le sera également dans le chapitre qui traitera des lésions des organes de la vie végétative.

Dans le système nerveux périphérique, nous avons deux sortes de filets nerveux au point de vue fonctionnel : les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs. Nous distinguerons pour chacun de ces nerfs deux états pathologiques différents : l'un dans lequel leur action fonctionnelle est augmentée, l'autre dans lequel elle est diminuée.

Augmentation de la sensibilité. Névralgies.

Les nerfs sensitifs présentent dans bien des cas une hyperesthésie très-considérable, mais cette augmentation de

la sensibilité est due presque toujours à une cause générale; c'est ainsi que dans l'hystérie on observe souvent une sensibilité extrême de certaines régions. Dans quelques affections musculaires, on rencontre également des hyperesthésies très-marquées, et l'on pourrait même faire rentrer dans ce chapitre tous les cas où existe le phénomène douleur. Comme nous n'avons pas pris pour base de notre classification l'étude des symptômes, nous n'avons pas à nous occuper ici de cette augmentation de la sensibilité, due à des causes générales. Il ne nous reste donc à étudier que l'influence de l'électricité sur les différentes espèces de névralgies.

Courants induits. — Les courants induits sont employés de deux manières différentes, dans les névralgies. Un de ces modes, imaginé par A. Becquerel, a été appelé méthode hyposthénisante. Il consiste dans l'emploi de courants induits très-forts et à intermittences très-rapides. On se sert de l'extra-courant de manière à avoir toujours un courant dirigé dans le même sens. On emploie comme électrodes deux éponges humides; on applique l'une, la positive, sur le point du nerf le plus rapproché du centre nerveux; on promène l'autre, la négative, successivement sur les branches du nerf qui sont douloureuses.

D'après les faits physiologiques que nous avons étudiés, on comprend aisément que ces courants doivent, au bout de quelque temps, diminuer l'excitabilité du nerf ainsi électrisé et par conséquent faire disparaître la douleur. C'est en effet ce qui arrive; dans les premiers instants, la douleur est très-vive, mais elle est bientôt remplacée par un engourdissement qui augmente peu à peu et finit par être complet. Mais quand on cesse l'électrisation, le nerf

recouvre peu à peu son excitabilité, et par conséquent les douleurs peuvent reparaître.

La durée de la séance est en général de cinq minutes. M. Becquerel a expérimenté ce mode de traitement dans plusieurs cas de névralgies et surtout dans les sciatiques, et il en a obtenu de bons résultats, car voilà les chiffres qu'il donne. Sur dix-sept malades traités à l'hôpital, deux seulement eurent besoin, pour faire disparaître complétement la maladie, d'un autre traitement. Tous les autres furent complétement guéris par la méthode hyposthénisante. Le nombre le plus grand des séances fut de onze; le plus faible de trois.

M. Duchenne emploie dans le traitement des névralgies la méthode dite révulsive, qui consiste dans l'électrisation cutanée. On pratique sur la peau sèche une fustigation électrique énergique, ou bien on promène les conducteurs métalliques pleins sur la région douloureuse, en même temps que l'appareil marche avec des intermittences très-rapides; l'intensité du courant est proportionnée au degré d'énergie et d'excitabilité du malade; l'opération doit durer de deux à cinq minutes.

Ce mode de traitement, qui donne quelquefois de bons résultats, peut également s'expliquer au point de vue physiologique. Nous savons, en effet, que l'électrisation des nerfs sensitifs détermine un plus grand afflux de sang, et comme les névralgies sont dues la plupart du temps à une stase du sang dans les capillaires des tissus nerveux, on comprend que l'augmentation et l'accélération de la circulation dans ces vaisseaux puisse faire disparaître les phénomènes douloureux.

Ce que l'on peut reprocher à ces deux méthodes de

traitement, c'est qu'elles sont très-douloureuses et qu'elles offrent quelque danger à cause de leur excitation très-vive. Il nous paraît en effet imprudent d'employer soit la méthode hyposthénisante, soit l'électrisation cutanée dans d'autres névralgies que la sciatique, et d'un autre côté, on risque d'augmenter les douleurs lorsqu'on n'a pas la chance de trouver un cas favorable. Aussi, dans presque tous les cas de névralgies, nous croyons qu'il est préférable d'avoir recours aux courants continus.

Niemeyer, dans son *Traité de pathologie interne*, résume ainsi les résultats qu'il a obtenus dans le traitement des névralgies par les courants induits :

« 1° Il est préférable d'employer des électrodes métalliques, connus sous le nom de pinceaux métalliques (électrisation cutanée).

» 2° Beaucoup de névralgies traitées auparavant sans succès par les remèdes les plus variés sont guéries définitivement après douze ou vingt de ces séances et quelques-unes encore plus rapidement. Dans d'autres cas, on n'obtient ni guérison ni amélioration.

» 3° Dès la première séance, on peut savoir si le traitement par l'électricité d'induction guérira ou ne guérira pas la névralgie. En effet, ce n'est que dans les cas où immédiatement après l'électrisation les douleurs sont considérablement améliorées ou totalement dissipées, ne serait-ce que pour très-peu de temps, que l'on est en droit d'espérer la réussite ; si ce premier effet palliatif n'a pas lieu, la continuation du traitement n'amène aucun résultat. L'application du courant induit est très-douloureuse.... »

« *Un moyen qui rend beaucoup plus de services dans les névralgies que le courant induit, c'est l'emploi du courant*

constant. Bien des cas traités sans succès à l'aide du courant induit ont été guéris à l'aide du courant constant, tandis que jusqu'à présent je n'ai jamais constaté l'inverse. »

Nous avons essayé deux fois chez des malades où la sciatique ne cédait pas rapidement au traitement par des courants continus, l'emploi des courants induits par la méthode révulsive et par la méthode hyposthénisante, et dans aucun cas nous n'avons pu obtenir un effet plus favorable qu'avec les courants induits. Nous devons à l'obligeance de M. Dally la communication d'une observation dans laquelle il a pu essayer comparativement les courants induits et les courants continus.

M. B..., cinquante-six ans, sans antécédents morbides notables, fut atteint pour la seconde fois, en novembre 1863, d'un accès de sciatique rhumatismale extrêmement intense, dont la guérison, lors de la première attaque, avait demandé deux mois. On avait fait, à ce premier accès, usage des préparations opiacées et belladonées, *intùs et extra*, suivi d'un vésicatoire. L'intervalle entre les deux premières attaques avait été de dix-huit mois. Le 18 novembre 1863, le malade vint me trouver et je lui appliquai, à la suite de manipulations, un courant d'induction assez intense, qui parut améliorer son état; mais le lendemain la douleur ayant reparu plus vive, le malade fut forcé de prendre le lit, et je le trouvai en proie aux douleurs les plus intenses. Je renouvelai les manipulations et le courant induit, avec l'intention de déterminer une forte révulsion; le soulagement produit ne dura que deux heures. Pendant dix jours, la douleur empêcha le malade de dormir, malgré l'emploi du sulfate de quinine et de l'essence de térébenthine; l'amélioration qui se montrait chaque jour après les séances ne durait que deux ou trois heures; à partir du onzième jour, elle fut définitive, mais le malade ne put sortir en voiture qu'au vingt-deuxième jour. Six ans plus tard, M. B... fut pris d'un accès qui se présentait avec les mêmes caractères; il fut traité par les manipulations associées au courant continu; le 9 novembre, première séance (courants centrifuges), le pôle positif humide est appliqué sur les vertèbres lombaires, puis sur le sacrum; le pôle négatif est promené sur la région fessière, l'échancrure ischiatique et le long du trajet du

nerf sciatique ; il est laissé pendant cinq minutes à demeure sur le creux poplité, de 20 à 5 éléments en décroissant d'intensité. L'amélioration est manifeste dès la première séance ; elle persiste, et dès le quatrième jour le malade peut venir à pied à mon cabinet. Dix séances ont été données en tout ; et M. X... se trouve aujourd'hui (mai 1870) mieux que dans l'intervalle des six années qui sépare les deux derniers accès. Aucun traitement interne.

Courants continus. — Magendie employait dans les névralgies les courants de la pile, mais il se servait de l'électro-puncture. Il introduisait dans les tissus deux aiguilles de platine, l'une à l'origine du nerf ou dans son voisinage, l'autre vers sa terminaison. Le courant continu d'une pile passait d'une aiguille à l'autre en parcourant le nerf et toutes ses divisions. Magendie a également employé les courants d'induction, mais il a remarqué qu'on obtenait de meilleurs résultats avec un courant continu.

Ce procédé de Magendie est très-douloureux, et nous ne le citons ici qu'au point de vue historique.

Il vaut toujours mieux employer des courants continus à forte tension, et à action chimique faible, afin de ne pas trop exciter la peau. Dans ce dernier but, nous nous servons toujours de tampons très-larges et humectés avec de l'eau simple et non avec de l'eau salée. Pour les névralgies, comme pour toutes les hyperesthésies, il faut toujours rejeter les courants continus à action chimique un peu intense. Les piles de Bunsen ou au bisulfate de mercure sont détestables dans ces cas, et même le courant fourni par la pile au chlorure d'argent possède encore trop d'action chimique. Nous l'avons déjà dit, et nous croyons utile de le répéter, il ne suffit pas qu'un courant soit continu, c'est-à-dire qu'il provienne directement de la pile, pour

qu'il agisse de la même façon qu'un autre courant également continu mais provenant d'une autre pile. Il y a sous ce rapport de grandes différences, et elles sont presque aussi tranchées et aussi importantes à connaître que celles qui existent entre les diverses sources électriques. Certes, l'électricité est une seule et même force, mais elle possède plusieurs propriétés et dans tous les cas plusieurs effets. La chaleur aussi est une, malgré ses diverses origines, mais en restant dans les faits biologiques, que de différence d'action selon son mode de production ou d'action !

Nous devons donc toujours, au point de vue médical, non-seulement distinguer, dans un courant continu provenant de la même pile : l'intensité, la durée d'action et l'influence de la direction, mais il nous faut avant tout choisir entre les différents courants continus, celui qui doit être préféré pour telle ou telle affection. C'est ainsi que dans les hyperesthésies il est important d'avoir des courants continus à tension élevée, mais à action chimique très-faible.

Nous allons maintenant examiner les autres conditions que nécessite l'emploi des courants continus.

En ce qui concerne la direction du courant, presque tous les auteurs (Remak, Becquerel, Namias, Rosenthal, Meyer, etc.) recommandent dans la plupart des cas un courant centrifuge ou descendant, et placent le pôle positif sur les centres nerveux ou dans leur voisinage, et le pôle négatif à la périphérie.

Mais même ces auteurs se départissent souvent de ce principe, car la plupart ne sont préoccupés que de l'influence hyposthénisante du pôle positif, et cherchent constamment à placer ce pôle sur les points les plus douloureux. Remak et surtout Benedikt, agissent ainsi. Mais

il y a des névralgies où ces points sont difficiles à déterminer, et lorsqu'ils existent, ils sont dus la plupart du temps à des conditions locales, telles que le trajet dans un canal osseux ou dans une aponévrose.

Budge a trouvé, il est vrai, sur les nerfs moteurs des grenouilles, examinés point par point, quelques places douées d'une très-grande excitabilité à côté d'autres où l'excitabilité était très-faible ; mais cela n'implique pas que ces mêmes points deviennent douloureux dans les névralgies, et surtout que la douleur accusée dans ces cas soit due à une cause locale. L'hyperesthésie est la conséquence de l'irritation générale du nerf, et, par suite, nous croyons logique d'agir sur le nerf tout entier, au lieu de borner les applications électriques à certains points déterminés. D'ailleurs, dans la névralgie essentielle, c'est la douleur, la transmission au cerveau d'une excitation des nerfs sensitifs que l'on doit diminuer, et les expériences physiologiques nous ont démontré que pour obtenir ce résultat il fallait agir avec un courant descendant sur la plus longue portion possible du nerf, et que ce n'était pas là une action locale de tel ou tel pôle, mais l'influence exercée d'ordinaire par la direction des courants.

Que dans un cas de névrite, de gonflement ou de compression du nerf en un point, on mette le pôle positif sur le point douloureux, nous le comprenons et nous agissons ainsi. Dans ces conditions, en effet, l'affection est locale et parfaitement circonscrite, et l'on doit chercher à déterminer une action locale sur la circulation et sur les phénomènes d'endosmose. Tandis qu'il n'en est nullement de même dans une névralgie qui s'étend sur tout le trajet d'un nerf.

Dans les névralgies anciennes cependant, les douleurs

arrivent quelquefois à se localiser, et dans ce cas le mode opératoire doit nécessairement un peu varier.

Sous le rapport thérapeutique, nous diviserons les névralgies :

1° En névralgies aiguës dites essentielles, c'est-à-dire sans lésion appréciable ;

2° En névralgies anciennes ou consécutives à des névrites.

Dans les névralgies essentielles, et nous prenons surtout pour type la sciatique, qui sont accompagnées d'une douleur très-vive s'irradiant dans la direction de tout le trajet nerveux, et survenant souvent par accès, voilà comme nous avons procédé et toujours avec un succès très-rapide.

Nous mettons, pour le traitement de la sciatique, le pôle positif sur la région lombaire du côté du nerf malade, et sur le creux poplité, le pôle négatif. Les tampons employés sont très-larges et constamment humectés d'eau tiède. Nous faisons ainsi passer pendant près de quinze minutes, et sans faire la moindre interruption, un courant de 30 éléments Remak.

Quelquefois, après la première séance, il y a un peu d'excitation et une légère augmentation de la douleur, mais ce fait est bien rare et n'est d'ailleurs que passager. Presque toujours, dès la première séance, la douleur est calmée et diminue graduellement. Nous avons ainsi traité quatre cas de névralgies récentes excessivement douloureuses. Le cas qui a duré le plus longtemps a nécessité sept séances. L'une de ces observations surtout est remarquable, parce que le malade avait eu quinze mois auparavant une sciatique qui, soignée par des injections de morphine, des bains de vapeur, avait duré plusieurs semaines. Dans la

seconde attaque qu'il eut un an après et qui survint tout à coup, il souffrait depuis deux jours lorsqu'il nous fit appeler; les douleurs étaient tellement fortes qu'il n'avait pas dormi les deux nuits précédentes. Au bout de la première séance, les douleurs diminuèrent, et le malade passa une nuit assez bonne. Au bout de trois séances, il fut entièrement guéri, et sans récidive.

Voici deux autres observations, l'une de sciatique et l'autre de névralgie du nerf radial, qui démontrent surtout l'importance de la direction des courants.

Névralgie du nerf sciatique. — M. T... souffre depuis trois jours d'une douleur très-violente de la jambe droite. Cette douleur suit le trajet du nerf sciatique, elle est plus vive à la pression, elle augmente pendant la nuit, ne disparaît jamais complétement pendant le jour, et rend la marche très-difficile et très-douloureuse.

Après une première séance où le pôle positif est appliqué sur la moelle, à l'émergence du nerf sciatique, et le pôle négatif dans le creux poplité, la douleur fut enlevée au bout d'un instant, mais reparut quelques heures après, quoïque moins vive.

Le surlendemain, j'appliquai le pôle négatif sur la moelle et le pôle positif sur la jambe. La douleur fut peu amoindrie et fut même très-violente vers la nuit.

A partir de ce moment, je dirigeai toujours dans la jambe un courant centrifuge, et au bout de six séances le malade fut guéri de ses douleurs névralgiques.

Névralgie du nerf radial. — Mme B..., âgée de quarante-deux ans, est affectée depuis trois semaines d'une névralgie du bras gauche. Les douleurs reviennent tous les soirs à certains moments fixes, et elles sont tellement violentes qu'elles empêchent la malade de dormir. Certains points sont plus douloureux que d'autres, surtout à la pression, et ces points se trouvent disposés suivant le trajet du nerf radial.

La malade compare sa douleur à un frémissement qui commence à la face postérieure du doigt indicateur, et qui se prolonge peu à peu jusque dans l'articulation scapulo-humérale.

Le traitement employé, avant que la malade nous fût adressée, avait

consisté dans l'emploi des opiacés, du sulfate de quinine et des bains de vapeur, sans qu'il y eût d'amélioration sensible.

La malade fut guérie radicalement au bout de huit séances d'application du courant continu ; mais il est à noter que, dans deux séances où le pôle négatif fut maintenu sur le plexus brachial et le pôle positif du côté de la main, les douleurs ne furent presque point enlevées, tandis qu'elles le furent toujours en renversant le sens du courant.

Il n'y a que dans des cas très-rares qu'il est important de ne pas employer un courant centrifuge, et ce sont là des circonstances pour lesquelles on ne peut donner aucun précepte bien exact ; cela dépend souvent des régions et des autres symptômes, comme le prouve l'observation suivante.

Névralgie vésico-uréthral.—M[me] L... fut prise, vers le 10 décembre 1865, d'envies fréquentes d'uriner et de douleurs très-vives dans l'urèthre pendant la miction, douleurs qui augmentaient encore au moment où les dernières gouttes sont évacuées. Il y avait, de plus, de légers accès de fièvre, de l'inappétence, de l'insomnie. État chlorotique.

Deux mois auparavant, la malade avait fait une fausse couche à deux mois, suivie d'une hémorrhagie assez abondante. Les accidents utérins disparurent au bout de quelques jours, et un mois après les règles se rétablirent.

Depuis cette fausse couche, la malade éprouve d'une façon continue une douleur sourde immédiatement au-dessus du pubis. Ce point douloureux devient tout à coup le centre d'une douleur très-aiguë qui s'irradie dans le ventre et les lombes et dans les cuisses. Pendant ces exacerbations, la malade se tient en double et se comprime fortement le ventre, trouvant du soulagement dans cette position.

Ces phénomènes douloureux sont accompagnés d'envies fréquentes d'uriner, une fois toutes les demi-heures, et par une augmentation de douleur pendant la miction. Les urines sont très-chargées de pus muco-glaireux et dégagent une odeur ammoniacale.

M. le docteur Reliquet, qui avait été appelé, institua successivement le traitement suivant : injections vésicales d'abord avec de l'eau tiède, puis avec une solution d'acide phénique de 70 centigrammes pour 1000 grammes d'eau distillée. (La vessie reçoit à peine 60 grammes d'eau.) Lotion avec 4 grammes d'extrait mou de quinquina.

A la suite de ces injections, qui furent continuées pendant trois jours, les urines deviennent tout à fait limpides, la miction devient moins douloureuse, excepté pendant les exacerbations de la douleur. Les envies d'uriner continuent à être aussi fréquentes, surtout quand les douleurs névralgiques sont vives. Prescriptions : pilules de térébenthine, bromure de potassium.

Après la première potion de bromure de potassium à la dose de 2 grammes par jour, la malade dort cinq heures de suite, et la miction devient bien moins douloureuse. Cette amélioration ne se maintient pas, malgré la continuation du traitement, car les jours suivants, les douleurs névralgiques reparaissent, et en même temps les envies fréquentes d'uriner et la douleur pendant la miction. Les urines restent toujours très-claires.

C'est alors que M. Reliquet nous adressa cette malade comme atteinte d'une névralgie vésico-uréthrale, consécutive à une cystite.

Nous appliquâmes pendant les deux premières séances les deux électrodes, l'un sur le périnée et l'autre sur le ventre, au-dessus du pubis, sans trop tenir compte de la direction du courant. Le courant était de la force de 12 à 14 éléments Remak.

Il n'y eut aucune amélioration sensible pendant ce temps.

A la troisième séance, nous appliquâmes un des pôles sur la moelle à la hauteur du plexus sacré, et l'autre pôle au-dessus du pubis, ou sur le périnée. Après une application de cinq à sept minutes, les douleurs disparaissaient complétement lorsque le pôle positif était placé sur le pubis, et le pôle négatif du côté du plexus. Les douleurs ne diminuaient point et même reparaissaient chaque fois que le pôle positif était placé sur la moelle et le pôle négatif du côté de la vessie. A partir de la quatrième séance, nous n'employâmes plus alors que le courant ascendant, et, après cette séance, les douleurs disparurent complétement pendant quelques heures, les envies d'uriner furent moins fréquentes, mais le soir il y eut comme toujours de l'exacerbation de la douleur qui empêcha tout sommeil.

Après la sixième séance, les douleurs avaient presque cessé, le sommeil était revenu en partie, et l'état général s'était également sensiblement relevé. Cette amélioration continua pendant les jours suivants : trois autres séances suffirent pour faire disparaître toute douleur, ainsi que les envies fréquentes d'uriner. Les séances avaient lieu tous les jours, et il fallut en tout neuf séances pour arriver à une guérison complète.

Cette observation semble contredire les précédentes, car ici un courant descendant augmente les douleurs, tandis qu'un courant ascendant les diminue. Mais nous devons tenir compte d'autres influences. En effet, dans ce cas la douleur est localisée dans un organe contractile; il faut donc éviter avant tout de produire des contractions, qui augmenteraient la douleur. D'ailleurs, dans tous les cas de ce genre, il est difficile de donner d'avance des préceptes exacts, et c'est au médecin à savoir distinguer les cas où il faut modifier les règles générales.

On pourrait croire que dans ce cas, il eût été préférable d'introduire le pôle positif dans la vessie, au lieu de le maintenir sur le pubis ou sur le périnée. Mais le cathétérisme était très-douloureux, et, de plus, le pôle positif, en contact direct avec les fibres musculaires de la vessie, aurait pu déterminer des contractions qui auraient diminué l'influence favorable du courant électrique. Nous vèrrons, dans l'étude des fibres lisses, l'influence à ce point de vue du pôle positif.

Il faut, de plus, noter que dans le traitement de ces névralgies aiguës il est important d'employer un courant peu intense, et nous préférons le maintenir pendant un temps assez long que de l'employer, comme Remak, très-énergique, « même douloureux », mais de courte durée. En employant des courants très-forts, on risque d'augmenter les douleurs.

Dans les névralgies de la face, dans celles du trijumeau, il y a également un désaccord entre les médecins qui ont employé les courants continus. Niemeyer applique le pôle positif, sans s'inquiéter de la direction du courant, sur les parties les plus douloureuses et sur les en-

droits où le nerf se rapproche de la surface, sur le trou sous-orbitaire ou sus-orbitaire, sur le trou malaire. S'il est possible de comprendre le nerf entre les deux électrodes, comme cela peut se faire à la joue ou au nez, il conduit l'un des pôles dans la bouche ou dans le nez jusqu'à l'endroit d'où partent les douleurs, et il applique le pôle opposé à l'endroit correspondant de la peau extérieure. Benedikt, au contraire, met le pôle négatif sur les points douloureux, et à la sortie des nerfs, et le pôle positif sur les points douloureux ou sur la nuque.

Niemeyer, quoiqu'il ne paraisse pas tenir compte de la direction, arrive toujours, d'après la disposition qu'il indique, à employer un courant centrifuge. Nous croyons en même temps qu'il est inutile de mettre un des pôles dans le nez ou dans la bouche, car cela ne présente pas de grands avantages et est de plus assez douloureux.

Quant à nous, nous croyons qu'il est préférable de mettre le pôle positif à la sortie des nerfs sur le trou sus-orbitaire ou sous-orbitaire, et le pôle négatif sur un point quelconque de la face ou sur le ganglion cervical supérieur. Il suffit d'un courant de 10 éléments qu'on maintient sans interruption pendant six à huit minutes. Nous avons ainsi guéri des douleurs névralgiques de la tête datant de plus d'un an.

Chez un malade qui, sans cause connue, fut pris subitement d'une amblyopie de l'œil droit, avec de vives douleurs dans toute la moitié droite de la tête, nous avons eu, par cette méthode, un résultat très-avantageux et très-rapide. L'amblyopie avait disparu quelques semaines après le début de la maladie ; mais les douleurs persistaient toujours et revenaient surtout très-violentes chaque fois que le malade voulait s'occuper intellectuellement ou qu'il fixait un objet pendant quelque temps.

Les nuits, en même temps, étaient souvent très-mauvaises. Nous le vîmes neuf mois après le début de la maladie, il ne restait pas la moindre trace de l'affection de la vue, mais la névralgie occipitale et auriculo-temporale, existait toujours. Au bout de neuf séances, il en fut complétement guéri. Nous appliquions pendant quatre ou cinq minutes le pôle négatif sur le ganglion cervical supérieur, et le pôle positif sur les parties douloureuses.

On peut supposer, dans ce cas, que les courants continus ont surtout agi par leur influence sur la circulation.

Tic douloureux. — Pour les cas de tic douloureux, dont nous avons eu occasion de traiter deux cas avec succès, nous avons placé le pôle positif (tampon assez étroit), sur le trou sous-orbitaire, et le pôle négatif (tampon ordinaire) sur le ganglion cervical, et nous faisions passer sans la moindre interruption un courant de douze éléments pendant 7 à 10 minutes. Dès les premières séances, l'amélioration se déclare, et le sommeil, qui souvent est impossible ou troublé chez ces malades, revient, et c'est là un des meilleurs signes de succès définitif.

Niemeyer cite deux cas de tic douloureux, dont l'un remontait à trente ans, et dont l'autre avait été successivement traité sans résultat par onze opérations, parmi lesquelles plusieurs très-graves, telles que la ligature de la carotide, la résection du maxillaire supérieur, etc., qui ont été guéris complétement entre ses mains par l'emploi du courant constant.

Benedikt rapporte également cinq cas de tic douloureux guéris par lui au moyen des courants continus.

M. Dally nous a communiqué une observation de tic douloureux datant de treize ans et qu'il a guéri par des courants continus, et après que tous les genres de traitement avaient été essayés sans résultat.

Nous avons eu l'occasion de traiter un cas de tic douloureux sans convulsions.

La malade, déjà assez âgée, souffrait depuis longtemps de douleurs permanentes et sourdes dans les muscles de la face, du côté droit et dans la langue. Chaque fois qu'elle voulait parler ou manger, les douleurs revenaient excessivement fortes, et empêchaient toute mastication.

La malade en était presque arrivée à ne plus pouvoir prendre de nourriture, et son état général devenait de plus en plus mauvais. Les injections de morphine ne parvenaient à soulager la malade que momentanément, et devant l'insuccès des moyens thérapeutiques ordinaires, M. le docteur Tenneson conseilla l'emploi des courants continus.

La malade ne se plaignait pas de points douloureux fixes, et la pression sur les branches du nerf trijumeau n'augmentait pas les souffrances; les douleurs résidaient surtout du côté du masséter et s'irradiaient vers la langue ; chaque mouvement des mâchoires les exagérait. Quoique le nerf sous-orbitaire ne parût pas spécialement atteint, nous plaçâmes le pôle positif à l'ouverture du canal sous-orbitaire, et le pôle négatif sur le masséter.

Au bout de la deuxième séance, les douleurs de la langue et des muscles inférieurs de la face avaient beaucoup diminué ; la parole et la mastication devinrent plus faciles ; mais les douleurs s'étaient portées vers les parties avoisinant le trou sous-orbitaire. Malgré cela, nous continuâmes le même mode de traitement, et après deux autres séances, elles disparurent également de cet endroit. Après neuf séances, toutes les douleurs étaient éteintes, la malade pouvait manger facilement sans crainte de provoquer des accès, et elle cessa son traitement.

Névralgies anciennes ou consécutives à des névrites.

Dans les névralgies anciennes ou consécutives à des névrites, il y a toujours une lésion organique plus ou moins marquée. En général, on constate l'injection des vaisseaux qui se trouvent dans le névrilème et même un exsudat épanché dans le névrilème ou dans les interstices des fibres nerveuses. Dans quelques cas, et surtout à la suite de né-

vrites, il y a un fort épaississement du névrilème et une atrophie des tubes nerveux.

Dans la plupart des cas de névralgies anciennes, il y a une atrophie plus ou moins grande des muscles innervés par le nerf malade. Dans les sciatiques, ce sont surtout les muscles du mollet qui commencent à subir des altérations de nutrition, mais les atrophies les plus promptes et les plus rebelles sont toujours celles des péroniers et du jambier antérieur. Quand les muscles commencent à s'atrophier, on peut toujours constater des contractions fibrillaires.

On comprend que pour guérir de pareilles lésions, il faille toujours beaucoup plus de temps que pour des névralgies aiguës. D'ailleurs, la cause des douleurs n'est pas la même dans les deux cas, car dans les névralgies anciennes ou dans les névrites chroniques, c'est, à notre avis, l'altération progressive des tubes nerveux qui provoque les douleurs. Nous avons pu vérifier ce fait plusieurs fois, et un cas des plus probants que nous ayons vu sous ce rapport est celui d'une jeune dame qui, à la suite d'une sciatique très-forte, avait eu une atrophie du jambier antérieur et des deux muscles péroniers et une perte de la sensibilité de toutes les régions innervées par le nerf musculo-cutané, branche du sciatique poplité externe. Plusieurs mois après l'apparition de la névralgie, les douleurs reparaissaient encore très-violentes et par accès, mais le point de départ de ces douleurs était toujours le dessus du pied et la région externe de la jambe, c'est-à-dire les parties anesthésiées. Dans ce cas, nous avons en même temps constaté une abolition assez grande de la contractilité électro-musculaire pour tous les muscles de la jambe; sous l'influence des

courants induits, les jumeaux, les fléchisseurs se contractaient encore quoique faiblement. Mais sur le jambier antérieur et les péroniers, *les courants induits ne déterminaient aucune action, tandis que les courants continus produisaient une légère contraction.*

Tous ces cas demandent un traitement assez long, car on ne peut espérer de guérison que lorsque les altérations qui se font dans le nerf ou dans les muscles auront été enrayées et modifiées. Il faut donc surtout agir sur la nutrition des membres et ne pas autant chercher à combattre l'élément douleur.

Remak, dans plusieurs de ces cas, prétendait sentir à travers la peau, dans les régions où les nerfs sont superficiels, des différences de volume dues à l'épaississement du névrilème, et il affirmait qu'après chaque séance d'électrisation par les courants continus, il sentait le gonflement diminuer. Peut-être faut-il se méfier, dans ce cas, de l'enthousiasme de Remak, et craindre de sa part quelque exagération. Mais sans nous occuper de ce gonflement des nerfs, perceptible à travers les téguments, il est certain que dans beaucoup de ces cas, on peut espérer un bon résultat, et nous trouvons dans nos notes huit cas de sciatiques anciennes avec atrophie musculaire plus ou moins prononcée qui ont été assez rapidement améliorés et guéris. Nous croyons inutile de les rapporter, car chaque cas pris séparément n'a rien de bien instructif. Nous allons en résumer les points importants dans les propositions suivantes :

Dans les névralgies très-anciennes et surtout dans les affections des nerfs consécutives à une névrite, la contractilité électro-musculaire est diminuée pour les courants induits et pour les courants continus; elle est au contraire

augmentée pour ces deux espèces de courants dans les névralgies aiguës et récentes.

Ces affections des nerfs périphériques déterminent presque toujours une atrophie des muscles. Cette atrophie est la plupart du temps simple et facile à guérir. Dans quelques cas, les muscles éprouvent une altération bien plus grave, ils cessent alors de se contracter sous l'influence de la volonté et des courants induits. Les courants continus seuls peuvent encore provoquer des contractions. Cette différence d'action des deux courants permet d'admettre une altération presque complète des filets nerveux qui se rendent à ces muscles, comme le démontre d'un autre côté la perte de la sensibilité de la peau dans ces régions.

Dans les atrophies musculaires simples, on peut employer les courants induits ; il est alors plus avantageux d'électriser chaque muscle séparément.

Comme l'affection dépend de l'altération des nerfs, il vaut mieux agir d'une manière générale sur le nerf et sur la nutrition du membre, et par conséquent il est préférable de se servir des courants continus. Dans l'emploi de ces courants, il faut placer le pôle positif sur les centres, sur la partie lombaire de la moelle (en supposant une sciatique) et promener le pôle négatif sur les régions où les nerfs sont superficiels et sur les muscles atrophiés. Le courant doit être assez intense, et il est avantageux de faire par moments quelques interruptions. Dans ce cas, la direction du courant, quoique n'étant pas indifférente, a cependant moins d'importance que dans les névralgies aiguës.

On peut espérer une amélioration très-notable et la guérison, chaque fois que les névralgies ou les névrites ne sont pas symptomatiques d'autres affections. Lorsqu'une des

branches nerveuses est profondément altérée, et que les courants induits ne déterminent plus de contraction sur les muscles, le traitement est très-long et la guérison complète paraît impossible : mais on peut cependant obtenir une amélioration assez notable, comme nous l'avons observé dans un cas de ce genre.

Lorsque les malades ont suivi précédemment un traitement par les opiacés, on remarque dans les premières séances d'électrisation par les courants continus, une légère excitation générale. Nous ne pouvons affirmer que ce fait existe toujours, mais dans trois cas où les malades avaient pris de la morphine à haute dose pendant longtemps, nous avons observé dans le commencement du traitement, non pas une augmentation de l'excitabilité des nerfs affectés ni une exagération des douleurs, mais une surexcitation de tout l'organisme, un sommeil agité, et un ensemble de symptômes qui ressemblent beaucoup à ceux qu'on observe chez certaines personnes sous l'influence de très-faibles doses d'opium.

Névralgies utérines. — Certaines névralgies, lorsqu'elles existent chez des femmes, présentent de suite les symptômes d'un état plus général ; ces névralgies, dites hystériques, sont souvent le résultat de la maladie générale, mais quelquefois aussi elles en sont l'origine et dans tous les cas entretiennent les phénomènes hystériques. Elles doivent alors être traitées séparément, et parmi celles-ci les plus importantes sont celles du col de la matrice ou des régions voisines de la matrice. Chez quelques femmes très-nerveuses, l'approche des règles et le gonflement des ovaires augmentent l'irritabilité des nerfs du bassin et l'excitation générale ; elles se plaignent alors de douleurs dans

les reins, d'hyperesthésie de toute la peau du ventre, de maux de tête, etc. Ces symptômes sont passagers et n'ont pas pour origine réelle une excitation des nerfs périphériques, ils ne sont qu'une conséquence des changements d'état d'autres organes. Mais il est d'autres cas, et c'est de ceux-là seuls que nous voulons parler, où il existe constamment une hyperesthésie de la peau du ventre, et une vraie névralgie de la matrice. L'observation suivante nous présente un cas de ce genre :

Mme X..., âgée de trente et un ans, a eu deux enfants dont l'aîné a neuf ans et le plus jeune sept ans. Pas d'affections antérieures, bonne constitution; depuis trois ans seulement elle présente quelques symptômes dits hystériques, sans avoir jamais de crises bien prononcées. Elle souffre très-souvent de maux de tête, de douleurs de reins, de sensibilité extrême du côté droit de l'abdomen; de plus, depuis plusieurs mois elle est sujette à des migraines assez fréquentes qui la forcent de garder le lit, et qui sont accompagnées de dyspepsie. — Les règles sont régulières ; mais elle se plaint de fortes coliques au moment de ses menstrues et de leucorrhée. Le caractère est devenu très-irritable, et les moindres émotions deviennent pénibles.

En promenant la main le long de la colonne vertébrale, elle indique en plusieurs endroits, surtout du côté droit, des points très-sensibles; en ne faisant qu'une pression assez légère, on rencontre près de l'avant-dernière vertèbre dorsale, un endroit tellement sensible que la malade pousse un cri et se trouve mal. Toute cette région est hyperesthésiée, la peau est d'une sensibilité extrême, le moindre contact est douloureux; mais en s'éloignant des vertèbres, la partie droite seule de l'abdomen est excitable, et la ligne blanche offre une démarcation très-nette.

L'examen de la matrice, fait par M. Tarnier, donne pour résultat: col un peu volumineux, position de la matrice normale, hyperesthésie de la moitié droite du col ; le doigt promené sur le côté gauche du col ne produit aucune douleur ni aucune sensation, tandis que du côté droit il détermine des douleurs très-vives.

Les lavages froids et plusieurs médicaments internes n'ayant produit aucune amélioration, nous avons essayé l'emploi des courants continus.

Voulant éviter l'application d'un des pôles sur le col de la matrice, nous avons agi uniquement sur la moelle. Nous placions le pôle positif

sur la colonne vertébrale, au-dessus du point douloureux, à peu près de 3 ou 4 vertèbres au-dessus, et le pôle négatif à la partie inférieure de la moelle. Le courant était, surtout dans les premières séances, assez faible (15 éléments), et il fut augmenté peu à peu. Au bout de deux mois (20 séances), l'état général de la malade s'était sensiblement amélioré, les douleurs avaient beaucoup diminué, les phénomènes généraux d'irritabilité avaient disparu ; on pouvait promener le doigt sur la colonne vertébrale sans produire une sensation aussi douloureuse, et l'excitabilité de la peau de l'abdomen du côté droit était presque la même que du côté gauche. Nous n'avons pas constaté si le col de la matrice du côté droit avait également perdu de son excitabilité ; mais il est permis de le supposer d'après les phénomènes morbides. Il y a plus de deux ans que ce résultat a été obtenu, et l'amélioration s'est maintenue. La malade ayant quitté Paris, le traitement n'a pas été continué. La migraine qui coïncide presque toujours avec les époques menstruelles a seule persisté.

On peut, d'ailleurs, rapprocher ce cas de ceux mentionnés dans le chapitre sur l'influence des courants continus sur la circulation, et surtout d'un cas assez analogue cité par Remak.

Névralgies par contusion.— Les névralgies par contusion sont assez rares, et c'est pour cette raison que nous rapportons l'observation suivante.

Mme G..., ouvrière en broderies d'or, âgée de vingt-huit ans, bonne constitution, pas de maladies antérieures, est tombée au moment d'un étourdissement sur le coude du bras droit. Elle a ressenti aussitôt une douleur extrêmement violente dans le coude, un fourmillement dans tout l'avant-bras, et une impossibilité de remuer les doigts. Le lendemain, la plupart de ces symptômes s'amendent, surtout la perte de motricité ; elle peut remuer les doigts et même se remettre au travail. Il lui reste cependant une douleur sourde au coude, une douleur continue dans la main et surtout au bout du petit doigt, de l'annulaire et du médian ; cette douleur est surtout limitée au bout des ongles. De temps en temps, les douleurs s'irradient jusqu'à l'aisselle. Elle éprouve une sensation de chaleur dans tout le bras. Lorsqu'elle travaille un peu, la main se gonfle aussitôt, et elle a des tremblements dans tout le bras lorsqu'elle veut porter un objet un peu lourd. L'accident avait eu lieu au mois de juillet 1868, et elle nous fut adressée au mois de mars 1869, par M. A. Richard.

Au bout de douze séances, elle fut entièrement guérie de tous ces symptômes et put reprendre son travail sans fatigue. Nous la revîmes deux mois après, et la guérison s'était maintenue.

Pendant chaque séance, nous appliquions le pôle positif sur les vertèbres cervicales et le pôle négatif sur le nerf cubital, dans la région du coude, où il est placé superficiellement.

Migraine. — Il ne faut pas confondre avec les névralgies proprement dites, les douleurs diffuses dues à une cause rhumatismale ; c'est surtout pour les névralgies de la tête que cette différence est importante. Si quelques céphalalgies sont dues à des névralgies, la plupart, au contraire, ont une autre origine.

Il faut avant tout, dans la plupart de ces cas, bien examiner l'influence que peut exercer sur l'encéphale l'état des organes digestifs. Beaucoup de douleurs de tête n'ont pas d'autre cause que des digestions pénibles.

Dans certaines migraines, il n'est pas toujours facile de bien distinguer si l'état névralgique n'intervient pas également dans les souffrances ressenties par les malades.

Au point de vue du pronostic, ces distinctions ont une grande importance, car de toutes ces céphalalgies ce sont celles qui sont dues à une névralgie qui sont les plus faciles à guérir. Dans la migraine, nous ne pouvons rien affirmer de bien précis, car les cas que nous avons observés ne sont pas assez nombreux. Nous avons cependant vu quelquefois, sous l'influence d'un courant de 8 à 10 éléments appliqués pendant près de cinq minutes sur le front, disparaître des maux de tête très-violents d'origine rhumatismale. Ces succès pourraient faire espérer que ce traitement serait de quelque utilité dans les migraines (1).

(1) Récemment, chez un malade auquel nous électrisions le ganglion

Anesthésie des nerfs périphériques.

Comme pour l'hyperesthésie, l'anesthésie peut dépendre de plusieurs causes, et accompagne la plupart des affections nerveuses centrales. Presque toujours, dans ces cas, la perte de la sensibilité est accompagnée d'une paralysie motrice. D'un autre côté, l'anesthésie offre plusieurs modes différents : souvent la sensibilité est perdue pour certaines excitations, tandis qu'elle est conservée pour d'autres excitations qui ne sont pas plus fortes que les premières.

cervical supérieur pour une paralysie du droit externe et droit supérieur de l'œil gauche, nous avons en même temps fait disparaître les migraines dont il souffrait depuis plusieurs années. Dans ce cas, il est certain que ce sont les courants continus qui ont produit cette amélioration. Le malade, employé au chemin de fer de Lyon, ne pouvait suivre le traitement qu'à des jours fixes, et était toujours obligé de mettre quinze jours d'intervalle entre chaque série de six séances. Pendant les quinze jours où il n'était point électrisé, ses migraines revenaient toujours dans les premiers mois, tandis qu'elles n'avaient jamais lieu pendant les quinze jours qu'il suivait le traitement. Actuellement, ce malade, qui, pendant plusieurs années, avait souffert des migraines, en est complétement débarrassé. Cette observation semble donc démontrer que la migraine pourrait être guérie par les courants continus et qu'il serait avantageux d'électriser exclusivement le ganglion cervical supérieur.

Dans un cas d'affection du grand symphatique que nous relaterons plus loin, les symptômes observés (tels que : chute de la paupière, le resserrement de la pupille, sueurs, etc.) furent précédés de migraines très-violentes. On peut donc considérer d'une manière presque certaine la migraine comme une affection du symphatique. — Ce sont là des faits qui viennent à l'appui des observations de M. du Bois-Reymond. Cet éminent physiologiste attribue la migraine à un état d'excitation du sympathique, provoquant une contraction tonique des muscles vasculaires et oculo-pupillaires. (Voyez, pour cette question, Jaccoud, *Traité de pathologie interne*, p. 452.)

Les anesthésies de cause périphérique peuvent tenir à une lésion traumatique, à la compression par une tumeur ou un exsudat ; au défaut de nutrition du tronc nerveux, à la suite d'une névralgie, à une diminution de circulation, à l'action prolongée du froid. Cette dernière cause est peut-être la seule qui donne lieu à une anesthésie limitée au trajet d'un nerf sensitif et sans autre complication du côté des nerfs moteurs ou des centres nerveux.

Cette forme d'anesthésie se rencontre surtout chez les personnes qui ont les mains presque toujours plongées dans l'eau, comme les laveuses. Nous l'avons observée chez un ouvrier uniquement occupé à laver les voitures et les chevaux.

L..., âgé de trente-cinq ans, laveur à la Compagnie des omnibus, a été pris, au mois de novembre 1869, subitement, d'un fourmillement très-grand dans l'avant-bras droit qui le fit lâcher le seau d'eau qu'il tenait dans la main. Nous le vîmes quinze jours après le début de la maladie ; tous les mouvements de l'avant-bras et de la main sont possibles, mais le malade se plaint néanmoins de faiblesse dans le bras droit et d'une difficulté très-grande dans les mouvements. Il sent constamment un fourmillement le long du côté interne de l'avant-bras, et surtout dans le petit doigt et l'annulaire. L'insensibilité, dans toutes les parties innervées par le nerf cubital, est très-prononcée ; les différences de température sont cependant bien moins appréciées que les piqûres d'une épingle ou les pincements de la peau.

Nous lui fîmes passer un courant ascendant sur le nerf cubital, le pôle négatif appliqué sur la nuque, et le pôle positif placé sur le coude ou promené sur la partie interne de l'avant-bras. Au bout de six séances il fut complétement guéri.

Dans l'observation suivante, l'anesthésie eut également pour cause l'impression du froid.

A..., âgé de quarante ans, menuisier, étant pris de vin, s'était en-

dormi dans sa chambre, la fenêtre ouverte, le bras droit découvert et placé sous sa tête dans sa partie supérieure.

Le lendemain matin, il se réveille avec des fourmillements très-prononcés dans la main, et une perte de la sensibilité dans presque tous les doigts. A partir de ce moment, il ressent constamment un fourmillement dans la main, et le bras reste toujours froid et engourdi. Les mouvements de la main ne sont pas abolis, mais un peu affaiblis ; dans tout le bras il y a un peu d'anesthésie ; mais c'est principalement dans les doigts que la diminution de la sensibilité est très-marquée ; il y a anesthésie incomplète mais assez prononcée à la pression, au pincement, et aux variations de température. Le malade ne sent ni ne peut tenir les objets de petite dimension.

Au bout de douze séances d'électrisation avec un courant ascendant de quarante éléments, le pôle négatif sur la nuque, et le pôle positif placé sur le plexus brachial ou promené sur le bras, le malade reprend son travail et se dit complétement guéri.

Nous croyons que dans ces deux cas les courants induits auraient également réussi, surtout en les employant comme le recommande M. Duchenne, c'est-à-dire en se servant de pinceaux métalliques, et en faisant passer un courant rapidement interrompu à travers la peau. Ce procédé est donc le même, ou à peu près, que celui qu'on emploie pour les hypéresthésies de la peau, et quoique nous ne mettions pas en doute son utilité dans certains cas d'anesthésie, nous le croyons moins efficace que dans les hypéresthésies. Dans ces derniers cas, en effet, on conçoit qu'il diminue la sensibilité ; car les courants interrompus, et surtout lorsqu'ils sont intenses, font toujours perdre aux nerfs de leur excitabilité, d'où leur indication logique dans les hypéresthésies. Dans les anesthésies, au contraire, cet effet est loin d'être utile, et les courants induits n'agissent alors qu'indirectement. L'électrisation de la peau amène toujours, comme nous l'avons tant de fois répété, une dilata-

tion vasculaire réflexe, et par conséquent doit modifier favorablement les anesthésies qui sont dues à l'anémie de la peau et au manque de sang oxygéné.

Mais les courants continus agissent également et même plus efficacement sur la circulation, et de plus, comme nous l'avons dit, leur direction a une influence très-marquée sur les nerfs sensitifs. Nous insistons d'autant plus sur ce point, quoique nous l'ayons étudié complétement dans la partie physiologique, que nous sommes presque seuls à soutenir que dans les organes périphériques le courant ascendant est un excitant de la sensibilité, tandis que le courant descendant diminue l'excitabilité des nerfs sensitifs. La raison qu'en donnent les médecins allemands n'est nullement tirée d'expériences précises ou d'observations pathologiques, mais elle est la conséquence de leurs théories sur les molécules électriques des nerfs. D'après Pflüger et Eulenburg, lorsqu'on veut diminuer l'excitabilité dans les nerfs ou dans les muscles, c'est l'*anelectrotonus extra-polaire descendant* qui doit être employé, et lorsqu'on veut ranimer l'excitabilité, il faut employer le *katélectrotonus extra-polaire descendant.* Or, dans un langage plus simple, l'anelectrotonus extra-polaire descendant signifie : courant ascendant, et le katélectrotonus extra-polaire descendant signifie : courant descendant. Donc, d'après ces auteurs, c'est le courant descendant qui augmente l'excitabilité des nerfs et des muscles, et le courant ascendant qui diminue l'excitabilité des nerfs et des muscles.

Pour nous, au contraire, et c'est sans théorie, sans idée préconçue, que nous sommes arrivés à cette conclusion : le courant descendant diminue l'excitabilité des nerfs sensitifs, tandis que le courant ascendant augmente cette excitabilité.

Nous avons rapporté plusieurs expériences et plusieurs faits d'observation pathologique qui établissent et confirment cette loi, et le paragraphe précédent dans lequel nous avons montré l'avantage, dans les névralgies, du courant descendant, est une nouvelle preuve de ce que nous avançons. Il faut bien remarquer que la plupart des auteurs sont d'accord sur ce point pathologique, que, dans les hyperesthésies, le courant descendant est préférable, tandis que c'est le contraire qui devrait avoir lieu d'après les lois théoriques des physiologistes allemands.

Voici un fait que nous avons eu l'occasion d'observer quelquefois chez l'homme, et qui démontre d'une manière bien nette l'influence de la direction des courants continus sur l'excitabilité des nerfs sensitifs.

Si l'on applique un des rhéophores au cou, sur le plexus brachial, et l'autre au cou, sur le nerf cubital à l'endroit où il est superficiel, on détermine au premier instant du passage du courant continu, un fourmillement très-prononcé, surtout dans le petit doigt et l'annulaire. A ce moment, une piqûre ou un pincement faits sur le dos de la main, près de la région interne ou sur le petit doigt, ne déterminent qu'une impression très-obscure, parce que le fourmillement provoqué éteint les autres sensations. Mais si l'on maintient les rhéophores de manière que le courant traverse d'une façon constante le nerf cubital, on observe que les irritations déterminées sur la main ou sur le petit doigt sont perçues comme à l'état normal lorsque le pôle positif est appliqué sur le coude et le pôle négatif sur le cou, c'est-à-dire lorsque le nerf cubital est traversé par un courant ascendant, tandis que la *sensibilité de ces parties est beaucoup diminuée* lorsque le pôle positif est appliqué au cou et le

pôle négatif sur le coude, c'est-à-dire lorsque le nerf cubital est parcouru par un *courant descendant.* C'est donc ce courant qui diminue la transmission au cerveau des excitations produites sur les nerfs sensitifs.

La plupart des cas d'anesthésie limitée et sans cause générale, sont presque toujours dus, comme nous l'avons dit, à l'influence du froid. Remak (1) rapporte cependant un cas d'anesthésie provenant de l'action de la chaleur longtemps prolongée et qui avait déterminé des extravasations sanguines. Comme cette observation nous paraît encore importante au point de vue de l'influence des courants continus sur la résorption des exsudats, nous allons la rapporter tout entière.

Le 10 juin 1858, se présente à ma consultation, Mme Schotz, âgée de soixante-dix ans, laitière. Cette femme souffre depuis douze ans, mais en particulier depuis trois ans, d'un engourdissement des pieds, consécutif à l'usage fréquent d'une chaufferette. L'engourdissement s'étend de la plante des pieds jusqu'au-dessus des malléoles, et tourmente beaucoup la malade pendant la marche ; elle prétend aussi que cet état se complique d'une gêne circulatoire et d'angoisses. Je croyais avoir affaire à un émoussement des fibres sensitives, provenant de la trop forte chaleur de la chaufferette, et, partant de ce point de vue, je traitai cette maladie singulière et nouvelle pour moi, du 10 juin au 8 juillet, six fois avec des courants constants forts, que je dirigeai sur les pieds, parce qu'un essai m'avait semblé prouver que les courants induits ne produisaient pas d'effet. Il est vrai que la malade avait éprouvé quelque amélioration ; mais ses plaintes n'étaient pas en rapport avec la rapidité des effets curatifs que je vois habituellement dans les anesthésies périphériques. Sur ces entrefaites, mon attention fut captivée par l'existence de grandes taches jaunâtres qui entouraient la partie inférieure des deux jambes, et que j'avais regardées comme d'anciennes cicatrices d'ulcères, avec lesquelles elles avaient la plus grande similitude ; mais la malade m'assura que ces taches brunes s'étaient développées depuis

(1) *Loc cit.*, p. 395.

douze ans, à la suite de l'emploi de la chaufferette, et que depuis ce temps l'engourdissement des pieds s'était également produit.

Dans les taches mêmes, on ne voyait pas de veines, tandis qu'au-dessous et au-dessus on voyait une foule de veines variqueuses, serpentées, comme on les rencontre si communément chez les femmes de cet âge. Il était évident que ces taches brunes n'étaient que des restes d'extravasations sanguines provoquées par la trop grande chaleur, qui, finalement, avait amené une oblitération des petits vaisseaux et troublé la puissance fonctionnelle des nerfs cutanés. En effet, l'engourdissement s'étend jusqu'à la circonférence de ces taches, et ce n'est que pendant la marche qu'elle l'éprouve jusqu'au mollet. Je dirige le traitement sur ces taches brunes; elles pâlissent sous l'action répétée du courant, et se subdivisent en taches plus petites, pendant que, simultanément on voit apparaître dans leur circonférence de petites veines; en même temps, le sentiment et la force reviennent dans les jambes, et l'angoisse disparaît. Après sept séances, la malade me quitte, quoiqu'il existe encore beaucoup de taches brunes.

Nous avons observé un cas d'anesthésie de la vessie, sans aucune autre complication du côté des voies urinaires. La santé générale était très-bonne; il n'y avait ni paralysie ni contracture de la vessie, seulement le malade n'avait jamais le sentiment de plénitude de la vessie, et n'éprouvait presque jamais l'envie d'uriner. Nous ne pûmes décider ce malade à se laisser introduire une sonde électrique dans la vessie, et l'application des courants continus sur le périnée et sur la région lombaire n'eut aucun résultat.

Les anesthésies par cause traumatique, sans autre lésion des tissus ou de la motricité, sont très-rares, et nous n'en avons observé qu'un seul cas dans lequel l'anesthésie d'ailleurs était très-limitée.

M. C..., chimiste, s'était luxé la troisième phalange de l'annulaire de la main gauche. La luxation fut réduite immédiatement, et il n'y eut aucun accident inflammatoire. Mais à partir de ce moment, il y eut

des fourmillements limités dans ce doigt. La sensibilité avait presque complétement disparu ; des piqûres d'épingles n'étaient pas senties, et le malade ne pouvait plus apprécier la présence d'objets de petite dimension. Ce qui le gênait le plus, à cause de ses occupations, c'est que ce doigt, qui avait un peu de raideur, venait toujours butter contre les objets qu'il voulait saisir, et que, ne sentant plus les différents degrés de température, il s'y était plusieurs fois déterminé de légères brûlures.

Il ne pouvait apprécier la forme des objets ; un verre rond, par exemple, lui donnait la sensation d'un objet carré.

Après la première séance d'électrisation par des courants continus, le doigt sentait la forme des objets. C'est ainsi qu'il reconnaissait, non-seulement la courbe formée par un verre à bordeaux, mais encore chacune des facettes taillées dans le bas du verre. Cet état se maintint pendant trois heures, puis le doigt redevint insensible. Après la deuxième séance, la sensibilité reparut encore pendant près de trois heures. Après la troisième séance, elle dura pendant cinq heures, et au bout de six séances elle revint complétement pour ne plus disparaître.

Augmentation de l'excitabilité des nerfs moteurs. Spasmes.

Si les nerfs moteurs se trouvent dans un état d'excitation morbide, ils déterminent des contractions des muscles; ces contractions peuvent être permanentes (spasmes toniques) ou intermittentes (spasmes cloniques). Les différents nerfs moteurs, qui sont le plus souvent atteints d'excitation, sont le nerf facial, les filets nerveux de l'avant-bras ou des doigts (crampe des écrivains) et des filets du nerf spinal (tic de la tête, torticolis chronique). Les contractures rhumatismales et les contractions ataxiques seront traitées dans des chapitres spéciaux.

Tic convulsif de la face. — Cette affection n'est pas très-rare et peut être limitée à une branche ou à plusieurs branches du facial. Lorsqu'elle est limitée aux rameaux palpébraux, elle donne lieu à des contractions plus ou moins rapides de la paupière supérieure ou à un resserrement complet des

paupières; dans ce cas, elle prend le nom de blépharospasme.

Les spasmes n'ont pas toujours lieu avec la même intensité, souvent ils disparaissent complétement pendant certains moments de la journée, l'émotion les rend en général plus violents; nous avons cependant observé un cas où l'émotion les arrêtait complétement pendant plusieurs minutes.

Dans quelques cas, on parvient à arrêter ces contractions en comprimant le nerf facial à sa sortie; mais ce résultat est loin d'être constant; nous croyons avoir remarqué que ce sont les cas dans lesquels, en comprimant le nerf facial, on fait cesser les spasmes, qui sont les plus faciles à modifier favorablement par les courants électriques.

Dans la plupart des cas de tic convulsif de la face, tous les traitements échouent. Les courants induits sont tout à fait contre-indiqués; quant aux courants continus, ils produisent quelquefois une légère amélioration, mais malheureusement cette amélioration n'est souvent que passagère.

Nous avons traité un cas de tic convulsif de la face, où les spasmes, d'abord limités dans les paupières et dans les muscles de l'aile du nez (côté droit), ont paru céder un instant à l'application des courants continus. Le blépharospasme était devenu moins violent, le malade pouvait de nouveau maintenir l'œil ouvert pendant quelque temps, ce qui lui était impossible précédemment; mais tandis que cette amélioration avait lieu du côté des paupières, les autres muscles de la face présentaient des contractions plus fortes et plus fréquentes. Il y eut cependant, au bout d'une quinzaine de séances, une amélioration générale assez marquée, mais il fut impossible d'obtenir une guérison complète.

Cependant, dans un cas de spasmes des muscles des paupières, accompagnés d'un peu de douleur, nous avons obtenu un résultat très-satisfaisant. Une dame de quarante ans souffrait depuis près de huit mois d'un blépharospasme de l'œil gauche, que l'on faisait cesser en comprimant le nerf facial. Soignée d'abord sans succès par plusieurs oculistes, elle nous fut adressée par le docteur Liebreich pour essayer l'emploi des courants continus. Nous fondant sur ce principe que le courant ascendant diminue l'excitabilité des nerfs moteurs, et que dans ce cas la cessation complète des contractions par la compression du nerf facial, indiquait bien que l'affection ne dépendait que de l'excitation de ce nerf, nous fîmes passer un courant ascendant de 12 éléments sur le trajet du nerf. Nous mettions le pôle positif sur l'angle externe de l'œil et le pôle négatif sur le tronc facial à sa sortie du crâne. Dès la deuxième séance, la malade se sentit soulagée, et l'amélioration augmenta de jour en jour. Après onze séances, la malade se considéra comme guérie, et cessa tout traitement. Le mieux a persisté jusqu'à cette époque, et ce serait un cas de succès assez rare, si cette guérison était durable ; malheureusement les récidives sont très-fréquentes.

Crampes des écrivains. — Après le tic convulsif de la face, c'est la crampe des écrivains qui est l'affection de ce genre la plus commune. Le plus souvent elle survient chez les personnes qui écrivent beaucoup, et dans ces cas elle est très-difficile à guérir ou à améliorer. Quelquefois elle apparaît chez des personnes très-nerveuses, qui n'ont pas l'habitude d'écrire beaucoup. La même affection se rencontre chez les dessinateurs et les graveurs, et dans d'autres métiers réclamant des mouvements des doigts plus ou moins

compliqués; c'est ainsi qu'on observe la crampe des pianistes, la crampe des cordonniers ou la crampe des trayeuses de vache.

Il faudrait, pour employer rationnellement les courants électriques, connaître au juste la pathologie de cette maladie; mais malheureusement on ne connaît rien de bien précis à ce sujet. Romberg, et avec lui M. Axenfeld, admettent pour cause une lésion centrale. M. Jaccoud considère les symptômes de cette affection comme dus à une paralysie ou à une atonie. D'après Niemeyer, l'explication qui paraît la plus plausible est celle de Fritz, d'après laquelle cette crampe serait une névrose réflective, dans laquelle l'excitation des nerfs moteurs ne partirait pas, comme dans la plupart des autres névroses de ce genre, des nerfs sensibles de la peau, mais des nerfs sensibles des muscles.

Cette explication, en effet, paraît très-satisfaisante, car ce n'est que la position de la main pour écrire qui amène la contracture, et tous les autres mouvements, de même que toute espèce d'excitation périphérique, ne peuvent la produire. Dans cette hypothèse, on devrait chercher à diminuer l'excitabilité des nerfs sensitifs des muscles, et non celle des nerfs moteurs. Il faudrait donc employer un courant descendant dirigé de la moelle au muscle même. Les auteurs qui ont employé les courants électriques dans ces cas ne sont pas d'accord sur la manière de les appliquer. La plupart, il est vrai, considèrent les courants induits comme fort peu utiles, mais ils diffèrent sur le mode d'emploi des courants constants. Benedikt emploie un procédé assez compliqué. Il électrise d'abord la moelle avec un courant ascendant, puis il fait passer un courant descendant de la

moelle aux tissus nerveux et aux muscles, et enfin il emploie encore plus tard la faradisation périphérique.

Niemeyer s'exprime ainsi : « Dans un cas de crampe des écrivains, que j'ai combattu sans espérance de succès, presque brutalement, par les courants constants, j'ai obtenu un rétablissement tellement complet que le malade qui depuis des années s'était servi de sa main gauche pour écrire, écrit aujourd'hui de nouveau avec la main droite. Le traitement de la crampe proposé par Benedikt, et à l'aide duquel quelques succès ont été obtenus, a complétement échoué entre mes mains, et a même aggravé le mal dans quelques cas. S'il en est de la pathogénie de la crampe des écrivains comme je l'ai dit plus haut, mon traitement, sans que je m'en fusse rendu compte, a été des plus rationnels. Je faisais, en effet, agir le courant sur les muscles du pouce et de l'index, et par conséquent aussi sur les nerfs musculaires sensibles qui les parcourent ; et le résultat favorable s'expliquerait simplement par ce fait que le courant constant aurait fait disparaître, par son action catalytique, l'état pathologique de la nutrition et l'exagération morbide de l'excitabilité des nerfs musculaires sensibles, provoquant le spasme par voie réflexe. »

Nous avons eu l'occasion d'employer les courants continus dans plusieurs cas de crampes des écrivains, et est-ce coïncidence, cas plus favorables, ou traitement plus rationnel, nous n'avons obtenu de bons résultats que dans les deux dernières affections de ce genre que nous avons traitées. Les autres cas où nous n'avons pas obtenu d'amélioration ont été traités par nous il y a trois à quatre ans, empiriquement et sans aucune donnée bien nette. Nous appliquions les deux rhéophores directement sur les muscles ou

l'un d'eux indifféremment, l'un sur les muscles, et l'autre sur le plexus brachial. Nous n'avons pas aggravé le mal; mais nous n'avons obtenu aucun résultat, malgré un traitement assez long.

Chez un des malades, nous avons essayé les injections de curare sans aucun succès; des frictions opiacées ont un instant amené un peu d'amélioration. Ce résultat semblerait plaider en faveur de l'hypothèse d'une névrose réflective et démontrer l'avantage de diminuer l'excitabilité des nerfs sensitifs. Dans deux cas que nous avons eu à traiter récemment, et surtout dans l'un d'eux, nous avons obtenu des résultats avantageux. Dans l'un, l'affection cependant est loin d'être guérie, mais il y a eu de l'amélioration; dans l'autre cas, les crampes ont complétement disparu, ou du moins n'apparaissent jamais, si le travail manuel ne va pas jusqu'à la fatigue. Ce cas se rapporte à un graveur qui se plaignait de crampes lorsqu'il gravait ou lorsqu'il écrivait. M. Duchenne, consulté en premier lieu, avait méconseillé l'emploi de tout traitement électrique. Ce malade ne pouvait plus faire de traits fins et réguliers, et dès qu'il voulait travailler ou écrire, ses doigts se raidissaient sur la plume ou sur le burin. Nous lui fîmes passer un courant descendant pendant près de dix minutes, sur le bras malade, en mettant le pôle positif sur la nuque et le pôle négatif sur les muscles de l'avant-bras, surtout sur ceux du pouce, et l'électrisation fut continuée pendant deux mois (trois séances par semaine), et aujourd'hui, plus d'un an après ce traitement, nous avons eu l'occasion de constater que l'amélioration s'était maintenue.

Dans le moment même, nous traitons un malade atteint de cette affection, et nous avons observé chez lui que pen-

dant l'électrisation, il pouvait mieux écrire, et sentait sa main moins roide.

Tic convulsif des muscles du cou. — C'est ordinairement le trapèze et le sterno-cléido-mastoïdien, et souvent ce dernier muscle seul, qui sont affectés de spasmes. Ceux-ci sont le plus souvent toniques et limités à un seul côté. Ce début de la maladie est en général lent, et les contractions disparaissent pendant quelque temps à différents intervalles avant de devenir persistantes.

Nous avons traité un seul cas de ce genre et sans résultat ni avec les courants induits, ni avec les courants continus. En général, les guérisons de ces cas par les courants électriques sont rares. Meyer (de Berlin) cite un cas de spasmes cloniques des muscles du cou, chez un soldat, guéri en cinq séances, en faradisant isolément chacun des muscles. Benedikt cite quelques cas de spasmes toniques, avec hypertrophie musculaire, qui ont été heureusement modifiés par les courants continus employés simultanément avec des injections d'atropine ou un traitement hydrothérapique.

Paralysies périphériques.

Les paralysies périphériques sont produites chaque fois que les nerfs moteurs sont séparés des centres par une cause traumatique ou par une modification de texture qui leur fait perdre leur excitabilité.

Les paralysies traumatiques, à la suite de la section d'un nerf, et les paralysies du nerf facial, offrant un intérêt tout particulier sous le rapport de la contractilité des muscles paralysés, nous renvoyons leur étude au chapitre consacré à l'influence des courants électriques sur le système mus

culaire. Il ne nous reste donc à considérer que les cas de paralysie périphérique à la suite d'une contusion ou d'une pression exercée sur les troncs nerveux et certains cas de paralysies rhumatismales.

Paralysies à la suite de compression ou de contusion. — Les paralysies sont produites à la suite de la compression d'un nerf par des tumeurs de diverses natures, par la destruction des nerfs compris dans des foyers de suppuration, des eschares, des appareils de bandage, ou des tumeurs siégeant dans les nerfs eux-mêmes. Dans tous ces cas, le traitement électrique ne peut être employé que lorsque la cause de la compression est enlevée; il est complétement inutile lorsque la cause subsiste. Lorsqu'on peut, soit extirper la tumeur, soit guérir la carie, etc., le traitement électrique est simple et à moins que le nerf ne soit complétement altéré, les résultats en sont toujours très-satisfaisants. Dans ces cas, il y a toujours une atrophie musculaire plus ou moins grande, et il faut donc diriger le traitement sur les nerfs et sur les muscles, et employer en même temps les courants continus et les courants induits : les courants continus pour agir sur la nutrition générale et surtout pour ramener l'excitabilité des nerfs ; les courants induits pour agir sur le fonctionnement des muscles.

Dans l'application des courants continus, on place le pôle positif sur la moelle ou, dans tous les cas, au-dessus du point lésé, et le pôle négatif sur le point lésé ou un peu au-dessous, afin de comprendre la partie malade du nerf entre les deux pôles.

Comme l'atrophie musculaire est presque toujours simple, on pourra avec avantage électriser les muscles localement avec des courants induits.

Lorsque l'altération nerveuse ou musculaire est due à la compression causée par un appareil ou un bandage, il faut employer le même procédé, et, dans presque tous ces cas, le succès est certain.

A la suite de fractures, il arrive souvent que les troncs nerveux peuvent être contus ou lésés, ce qui entraîne une paralysie et une atrophie des muscles innervés. M. Lejeune (1) a réuni quelques cas de ce genre, dans lesquels il a observé des atrophies musculaires consécutives très-considérables. Il a pesé comparativement les muscles du côté sain et ceux du membre lésé. Du côté sain, les trois portions du muscle triceps crural réunies pesaient 1125 grammes, tandis que du côté malade elles ne pesaient que 631 grammes.

M. Ollivier, dans sa thèse d'agrégation, rapporte deux cas de paralysie de ce genre qui lui ont été communiqués par M. Duchenne.

— Un homme qui s'était brisé le condyle interne de l'humérus à l'âge de onze ans, vit survenir peu à peu un amaigrissement et une faiblesse progressive de la main droite. On constata, quelques années plus tard, que les muscles de la région hypothénar étaient atrophiés, ainsi que les interosseux. La contractilité électro-musculaire avait disparu.

— Trente jours après une fracture du col de l'humérus, à la levée de l'appareil, on s'aperçut qu'il y avait une paralysie des muscles de la face postérieure de l'avant-bras. Pendant que le membre se trouvait dans l'appareil, des douleurs s'étaient manifestées dans l'index et le pouce.

Deux mois plus tard, on reconnut une atrophie des muscles extenseurs de l'avant-bras. La faradisation fut employée et les muscles recouvrèrent peu à peu leurs fonctions.

La simple *contusion* peut quelquefois amener une paralysie. Chez les enfants nouveau-nés, l'application du forceps

(1) Thèse de doctorat. Paris, 1859.

amène quelquefois des paralysies de ce genre, et dans certains cas d'atrophie des bras chez des enfants, M. Guéniot a montré que l'atrophie était due à une contusion du plexus brachial.

« Les phénomènes du premier degré de la *contusion* brusque d'un nerf sont connus : le blessé éprouve immédiatement une très-vive douleur, qui se propage aux extrémités du nerf, sous forme de picotements ou d'engourdissements; puis la douleur diminue et cesse progressivement. Cependant les choses ne se passent pas toujours d'une façon aussi simple, et l'on a vu, trois ou quatre semaines après une contusion du nerf cubital, qui n'avait pas été trop violente, et alors que toute douleur locale avait depuis longtemps disparu, la force et la sensibilité diminuer dans la main, les mouvements y devenir pénibles et mal assurés, enfin peu à peu une paralysie des interosseux s'établir définitivement (1). »

M. Demarquay a observé une atrophie des muscles de l'épaule et du bras à la suite d'une violente *contusion* de l'épaule. (*Bull. de la Société de chirurg.*, 1853.)

Les *luxations*, surtout celles de l'épaule, donnent lieu très-souvent à des paralysies et à des atrophies consécutives des muscles du membre supérieur. Les paralysies à la suite de luxations coxo-fémorales sont très-rares : nous en avons observé un cas que nous relatons ici :

Paralysie de la jambe à la suite d'une luxation coxo-fémorale. — Leguain, âgé de quarante-six ans, ouvrier terrassier, a reçu sur la cuisse gauche un grand bloc de terre mélangée avec de gros cailloux, le 29 mai 1868. Aussitôt, il ne put se tenir debout, et crut être pris d'une crampe

(1) Follin, *Traité de pathol. externe*, tome II, p. 227.

dans toute la jambe gauche. Transporté à l'hôpital de Meaux, on constata une luxation du fémur ; le genou était porté en avant et fortement en dedans ; la cuisse était légèrement fléchie sur le bassin, et la jambe sur la cuisse ; le raccourcissement en était très-considérable (la luxation était probablement une luxation ilio-ischiatique).

Une heure après l'accident, le malade éprouve des douleurs très-fortes dans toute la jambe. Ces douleurs étaient très-prononcées dans les orteils et surtout dans le gros orteil. La sensibilité était en même temps très-affaiblie. En piquant le pied en différents endroits avec une épingle, le malade ne sentait pas la piqûre. On le chloroforma et l'on remit la luxation douze heures après l'accident.

La luxation remise, le malade n'éprouve plus de douleurs, mais seulement de l'engourdissement ; il ne peut se lever ni marcher.

Six jours après son entrée à l'hôpital, il est pris d'un érysipèle de la face. Cet érysipèle débute par le côté gauche, il s'étend au cuir chevelu et reste limité au côté gauche. Les cheveux ne sont tombés que de ce seul côté.

L'érysipèle dure une huitaine de jours ; dès qu'il est en voie de guérison, le malade éprouve dans toute la jambe des douleurs très-fortes, et qui sont tellement violentes qu'elles l'empêchent de dormir. Il reste, dans cet état, un mois à l'hôpital de Meaux, quitte l'hospice après ce laps de temps, et garde le lit pendant un mois chez lui. Il suit, pendant ces deux mois, différents traitements, dont les principaux consistent en bains de vapeur, en fumigations, en frictions avec l'alcool camphré, et enfin, en applications de plaques galvaniques. Il entre, après cette époque, à l'hôpital Lariboisière (service de M. Hérard), ne pouvant toujours pas marcher, mais se plaignant surtout des douleurs violentes qu'il éprouve dans la jambe. On lui fait successivement des injections sous-cutanées avec une solution d'hydrate de morphine et des pulvérisations d'éther sur le mollet. Ce dernier traitement calme le malade momentanément, mais les douleurs reviennent souvent plus fortes après, et la jambe ne peut plus être réchauffée pendant toute la journée.

Ces douleurs, cependant, finissent par diminuer un peu, et le malade, au bout de vingt jours, est transporté dans le service de chirurgie de M. Verneuil. Il y reste pendant deux mois et demi, et est traité par la noix vomique à l'intérieur et des applications de courants induits sur les muscles atrophiés. Malgré ces traitements, l'état ne parvient point à s'améliorer et l'atrophie musculaire surtout continue à faire des progrès.

C'est alors, c'est-à-dire cinq mois après l'accident, que M. Verneuil nous pria d'essayer l'emploi des courants continus. A ce moment, l'état

du malade était le suivant : la jambe gauche était considérablement amaigrie, elle était, au toucher, sensiblement plus froide que la jambe droite ; il y avait en même temps dans le pied un peu d'œdème qui était surtout prononcé autour de l'articulation tibio-tarsienne.

Le malade pouvait plier la jambe et la soulever ; mais ces mouvements étaient très-faibles, la flexion surtout était facile à empêcher avec une légère résistance. Il ne pouvait plus soulever le pied, ni étendre les orteils ; la flexion des orteils pouvait encore avoir lieu, mais elle était très-limitée.

La sensibilité était en grande partie abolie tant au toucher qu'aux changements de température, mais la pression était douloureuse. Le malade souffrait toujours beaucoup de sa jambe, et ne pouvait s'y appuyer à cause des douleurs que cela lui occasionnait. Il ne pouvait pas marcher et faisait à peine deux ou trois pas en s'appuyant sur des béquilles.

La contractilité électro-musculaire était très-affaiblie dans tous les muscles fléchisseurs de la jambe ; elle était un peu mieux conservée dans les muscles extenseurs, surtout dans le droit antérieur. — Les muscles du mollet se contractaient très-faiblement sous l'influence des courants induits, mieux sous l'influence des courants continus.

La contractilité électro-musculaire des muscles péroniers, du jambier antérieur et de l'extenseur commun des orteils existait encore il y a six semaines, elle a disparu peu à peu, depuis cette époque. C'est M. Laurent, interne du service, qui nous a donné ce renseignement. Ces muscles se contractent légèrement sous l'influence des courants continus.

Tous ces muscles étaient morts et atrophiés ; la sensibilité de la peau, sous l'influence des différents courants électriques, était beaucoup diminuée.

Nous fîmes passer chaque fois pendant vingt-cinq à trente minutes un courant descendant sur la jambe malade.

Nous mettions le pôle positif sur la partie lombaire de la moelle et le pôle négatif, pendant une partie de la séance, était promené sur les muscles et en même temps nous faisions quelques interruptions. Au commencement et à la fin de la séance, nous maintenions le pôle négatif immobile dans le creux poplité ; ou bien, nous le placions dans un vase d'eau dans lequel nous faisions plonger le pied.

Au bout de dix séances, l'œdème de la partie inférieure de la jambe avait presque disparu ; les douleurs que ressentait presque constamment le malade avaient été dissipées ; les nuits étaient bonnes ; le malade pouvait facilement se tenir et marchait sans grande fatigue, mais en se servant toujours de béquilles.

Au bout de vingt séances d'électrisation, l'œdème avait complétement disparu ; plus de douleurs, ni dans le lit, ni en s'appuyant sur la jambe. — Les fourmillements qui, après les premières séances avaient reparus, n'existaient plus. — La contractilité électro-musculaire n'était pas beaucoup augmentée, et les courants induits ne déterminaient toujours aucune contraction sur les muscles extenseurs du pied, et de très-faibles sur la plupart des muscles du mollet. Mais les muscles de la cuisse et du mollet avaient augmenté de volume, et surtout étaient devenus plus fermes et se contractaient avec force par la volonté. Le malade pouvait soulever légèrement le pied, ce qui lui était impossible avant le traitement ; *donc les muscles, extenseurs des orteils, jambier antérieur, péroniers, qui ne se contractaient pas il y a un mois, ni sous l'influence de la volonté, ni sous celle des courants induits, mais qui se contractaient légèrement par les courants continus, se contractent maintenant sous l'influence de la volonté, mais pas encore sous celle des courants induits. Les courants continus seuls produisent la contraction de ces muscles.*

Le malade peut maintenant marcher sans béquilles, et même sans canne. Nous le prions de retourner à l'hôpital Lariboisière, où MM. les docteurs Verneuil et Hérard, et leurs élèves, constatent la grande amélioration que le malade a éprouvée depuis que nous avons commencé le traitement. Le malade fait sans canne un chemin assez long et peut monter les escaliers.

Après la vingt-septième séance, l'état s'est encore beaucoup amélioré ; la marche est facile, et les muscles sont, la plupart, revenus à leur état normal. Les muscles de la cuisse sont encore un peu atrophiés, mais ils sont en voie de guérison, et leurs contractions sont énergiques. Les muscles antérieurs de la jambe sont toujours les plus atteints, et leur contraction est toujours faible. — Cependant les courants induits commencent à y déterminer de légères contractions.

Le traitement consiste toujours à appliquer le pôle positif sur la partie inférieure de la moelle et à placer le pôle négatif sur les nerfs de la jambe. — Toujours au commencement et à la fin de la séance nous maintenons le courant sans interruption, et ce n'est que pendant quelque temps que nous promenons, en faisant de légères intermittences, le pôle négatif sur les muscles atrophiés.

Le malade ne put rester à Paris jusqu'à sa guérison complète, et il retourna dans son pays ; à cette époque, il pouvait marcher, et n'avait plus que des atrophies simples, en voie de guérison.

Les paralysies atrophiques du membre supérieur, consécutives à une luxation scapulo-humérale, ont été observées par plusieurs médecins (Debout, Empis, Le Bret, etc.).

M. Duchenne en cite un cas très-remarquable (1), et sur lequel nous aurons l'occasion de revenir. Malgaigne et M. Empis ont étudié ce sujet d'une manière très-étendue, surtout au point de vue étiologique. Malgaigne, n'ayant jamais pu, sur le cadavre, produire la déchirure des nerfs du plexus brachial, quelque traction qu'il eût exercée sur le membre supérieur, avait attribué cette paralysie à une *commotion* du plexus. Il est certain que cette dernière cause suffit à elle seule pour produire une paralysie dans beaucoup de cas, mais dans la plupart des observations de ce genre, et surtout dans celle que nous allons relater, nous croyons qu'il y a eu plus qu'une commotion et que les nerfs ont été comprimés pendant tout le temps de la luxation et même contus et déchirés.

D'ailleurs, s'il est vrai que la luxation faite sur les cadavres peut difficilement amener la déchirure du plexus brachial, il existe cependant quelques faits dans lesquels on a constaté cette déchirure à la suite de luxation.

M. Empis, dans sa thèse (2), cite Flaubert qui a démontré que des efforts violents peuvent amener la rupture et la déchirure des nerfs du plexus brachial. Un cas de ce genre, dans lequel il y eut simultanément paralysie du membre supérieur et du membre inférieur du même côté, a été suivi d'autopsie. On trouva : « Vers les muscles scalènes, les extrémités rompues des nerfs; ces nerfs avaient été rompus ou plutôt arrachés à leur implantation sur la moelle;

(1) *Loc. cit.*, p. 179.

(2) *Sur la paralysie du membre supérieur à la suite de luxation du bras.*

celle-ci, à ce niveau, est plus grosse que dans l'état normal et présente un ramollissement tel qu'elle n'offre plus que la consistance d'une bouillie brun-rougeâtre, où la substance grise semble confondue avec la blanche. »

Le cas que nous rapportons plus loin a été observé dans le service de M. Trélat, et la première partie de l'observation nous a été donnée par M. le docteur Championnière, alors interne du service.

Blin Auguste, ouvrier carreleur, âgé de cinquante-sept ans, est entré à la Pitié, salle Saint-Gabriel, le 3 novembre 1869. Le 2 novembre, il s'était luxé l'épaule droite dans une chute.

La luxation est réduite le 4 novembre. La luxation était sous-coracoïdienne; elle fut réduite avec une grande facilité, en exerçant des tractions continues et modérées sur le membre placé horizontalement. Pas de chloroforme. Aucune traction douloureuse.

Une écharpe fut mise et le malade dut rester ainsi six jours sans faire aucun mouvement.

Le sixième jour l'écharpe fut enlevée, et l'on fut fort surpris de constater que le malade ne pouvait faire agir son membre supérieur.

Presque tous les muscles de l'avant-bras étaient paralysés, les fléchisseurs seuls donnent quelques mouvements excessivement légers.

Les muscles du bras (biceps et triceps) étaient également paralysés, ainsi que le deltoïde. Cependant le malade pouvait y déterminer de faibles contractions.

Pendant quelques jours on donne des douches, on fait des massages et des frictions sans obtenir la moindre amélioration. Au contraire, le biceps, qui avait encore quelque puissance, la perdait peu à peu. L'électricité sous forme de courants induits fut régulièrement employée sans aucun bénéfice. La sensibilité se perdait progressivement dans la région interne de l'avant-bras, dans le petit doigt et dans l'annulaire.

Sous l'influence des courants induits, on obtient quelques légers mouvements dans les fléchisseurs des doigts; il en revient également de très-faibles dans le triceps et dans le biceps; mais peu à peu l'état du membre s'aggrava en ce sens que la main et l'avant-bras devinrent le siége d'un gonflement œdémateux.

Tel était l'état du malade lorsque nous le vîmes, et que M. Trélat voulut bien nous en confier le traitement. (22 décembre 1869.)

Lorsque nous le vîmes, il y avait une paralysie complète de tout le bras droit. — Les muscles de l'épaule seuls avaient gardé leurs mouvements et n'avaient pas subi d'atrophie.

Le deltoïde avait diminué de volume, ainsi que le triceps et le deltoïde. Cependant on pouvait encore distinguer les formes et les contours de ces muscles. Quant aux muscles de l'avant-bras et de la main, il était impossible d'en distinguer les formes. Ils formaient une masse commune, molle et sans relief. — Les muscles extenseurs surtout étaient atrophiés d'une manière considérable, et la main présentait un œdème tellement prononcé qu'on pouvait y déterminer des creux très-profonds en pressant en un point quelconque. On n'y distinguait le trajet d'aucune veine ; la main était violacée et très-froide au toucher. La peau était lisse et brillante. Le malade y ressentait constamment une sensation de froid, mais il n'accusait aucune douleur. Il existait, de plus, de l'arthrite dans presque toutes les articulations.

Tous les mouvements volontaires étaient abolis. La contractilité électro-musculaire existait seulement, et très-faible dans le deltoïde, dans le biceps et dans le fléchisseur commun des doigts. — Ni les courants continus ni ceux fournis par des appareils électro-magnétiques ne déterminaient de contraction dans tous les autres muscles.

La main était froide au toucher. Le malade n'y ressentait pas souvent l'impression du froid et accusait plutôt, par moment, une sensation de chaleur brûlante qui survenait comme par bouffées. La peau est lisse et luisante.

La sensibilité était presque complétement abolie dans le petit doigt et l'annulaire ; elle était très-émoussée dans les autres doigts et dans la main. Elle paraissait normale à l'avant-bras.

Nous commençâmes le traitement par les courants électriques le 22 décembre en ne faisant, les quatre premiers mois, que trois séances par semaine. Le pôle positif était d'abord placé sur les vertèbres cervicales et le pôle négatif sous l'aisselle, près du plexus brachial ; après quatre ou cinq minutes de ce mode d'électrisation, on mettait le pôle positif sous l'aisselle et l'on promenait le pôle négatif sur le bras et l'avant-bras, en le laissant immobile quelque temps aux places où les nerfs sont plus superficiels.

La contractilité électro-musculaire des muscles du bras revient un peu ; mais elle est bien plus marquée par les courants continus que par les

courants induits. Elle est excessivement faible pour ceux-ci. A la fin du mois de janvier, tous les muscles du bras peuvent très-bien se contracter sous l'influence de la volonté ; mais pour les courants continus, comme pour les courants induits, il faut employer un courant très-énergique pour produire des contractions. Pour les courants induits, la contraction est toujours superficielle et localisée dans les fibres musculaires en contact direct avec les rhéophores. Pour les courants continus, on n'obtient des contractions qu'en agissant sur les nerfs, surtout en plaçant un des pôles sur les vertèbres cervicales et l'autre sur le plexus brachial.

Le malade ressent à cette même époque une démangeaison très-forte sur la peau de l'avant-bras. Les applications électriques y étaient bien plus sensibles que sur les autres parties du bras ou que sur le bras sain. Cette exaltation de la sensibilité était aussi forte pour les courants induits que pour les courants continus. Malgré cela, on continue le traitement ; mais en n'employant plus que les courants continus, et en faisant fort peu d'interruptions.

C'est également à cette époque que nous remarquons que les muscles du bras, qui ne se contractaient pas sous l'influence des courants induits ni de la volonté, commençaient à se contracter un peu par des courants continus très-intenses. Les fléchisseurs des doigts se contractaient par la volonté et par les différents courants ; mais les radiaux et le cubital antérieur *ne se contractaient que sous l'influence des courants continus.*

Le cubital postérieur et l'extenseur commun des doigts restent *complétement inactifs sous l'influence de la volonté et par des courants induits excessivement énergiques. Ils se contractent au contraire, mais très-faiblement sous l'influence de forts courants continus ; la contraction, en même temps, est un peu plus lente que sur des muscles sains.*

Au moyen du harpon de M. Duchenne, nous extrayons une petite portion de muscle que nous examinons au microscope. La plupart des fibres ont subi la dégénérescence granulo-graisseuse ; on n'y distingue plus les stries, et le contenu est trouble et granuleux. Quelques fibres, cependant, n'ont pas encore subi une altération aussi prononcée, et l'on y observe, quoique moins distinctement qu'à l'état normal, les stries transversales. Nous pouvons donc conclure de cet examen histologique que lorsque des fibres musculaires commencent à subir la dégénérescence granulo-graisseuse, elles ne se contractent plus sous l'influence des courants induits, mais qu'elles se contractent encore, quoique très-faiblement, sous l'influence des courants continus. Au bout de douze nouvelles séances, les muscles du bras ont complétement repris leur volume et leur

force ; ils sont aussi gros, aussi fermes que du côté opposé. — Le malade peut lever le bras et fléchir complétement l'avant-bras sur le bras. Les fléchisseurs des doigts, les radiaux, le cubital antérieur, se contractent sous l'influence de la volonté et par l'électrisation avec des courants induits et des courants continus.

Le malade peut légèrement soulever le poignet, et les courants induits amènent une contraction des extenseurs qui ne peut être aperçue que par un mouvement très-peu prononcé du poignet. Le soulèvement du poignet est bien plus faible par les courants induits que par la volonté ; les courants continus, au contraire, agissent plus énergiquement que la volonté.

La main est toujours œdématiée, mais beaucoup moins que précédemment. Ni la volonté, ni les courants induits ne peuvent y déterminer d'autres mouvements que ceux de flexion des doigts ; le pouce est complétement inerte. Les muscles de l'éminence thénar et hypothénar sont tout à fait inactifs. Un courant continu très-fort peut seul y déterminer de faibles contractions musculaires.

Au commencement du mois d'avril, les muscles de l'avant-bras ont pris, la plupart, leur volume normal. Les fléchisseurs, excepté ceux du pouce, se contractent bien, et le malade peut saisir des objets. Le poignet se soulève de manière à former un plan horizontal avec l'avant-bras. — Les extenseurs des doigts sont toujours les plus arriérés.

La main n'est presque plus œdématiée ; les veines du dos commencent à bien apparaître, et la sensibilité est revenue dans tous les doigts. Les muscles de la main sont atrophiés, mous sans contraction volontaire. Les courants induits n'y déterminent aucune contraction ; mais les courants continus y provoquent des contractions bien manifestes. Le malade se plaint de démangeaison sur le dos de la main, qui ressemblent à celles qu'il éprouvait autrefois sur l'avant-bras.

Cette observation est instructive sous plusieurs rapports. Elle nous montre d'abord que lorsque le plexus est contus, il survient très-rapidement une paralysie de tout le membre, avec atrophie granulo-graisseuse des muscles, perte de la contractilité électro-musculaire, et diverses altérations de nutrition.

Ces différents phénomènes pathologiques ressemblent

beaucoup à ceux qui surviennent à la suite d'une contusion ou d'une maladie aiguë de la moelle. Ils diffèrent au contraire de ceux qui suivent la section, d'un nerf exclusivement moteur. Nous ne faisons qu'indiquer ici ces particularités; car nous les examinerons plus longuement dans l'étude des atrophies musculaires.

La guérison procède peu à peu des centres à la périphérie. Ce sont d'abord les muscles du bras, puis ceux de l'avant-bras, puis enfin ceux de la main qui reprennent leur volume et leur fonctionnement.

Ce sont les muscles extenseurs qui, dès le commencement, sont le plus gravement atteints et qui reviennent à l'état normal le plus lentement.

La contractilité électro-musculaire pour les courants induits ne revient que quelque temps après que les contractions volontaires ont reparu. Elle est toujours très-faible, et même pour les muscles complétement guéris, elle est beaucoup plus faible que pour les muscles qui sont restés sains.

La contractilité électro-musculaire pour les courants continus précède toujours les contractions volontaires et celles par les courants induits. *Elle est un signe du rétablissement prochain des muscles altérés.*

La contractilité par les courants continus, au lieu d'être augmentée, comme dans les cas de paralysies traumatiques qui n'endommagent que les seuls nerfs moteurs, est toujours très-faible et n'a lieu qu'avec des courants très-forts.

Au moment où réapparaît la contractilité pour les courants continus, c'est-à-dire quelque temps avant le rétablissement des mouvements volontaires, il y a une hyperesthésie de la peau et une hyperesthésie musculaire pour les courants électriques.

Ce dernier fait a été signalé par M. Duchenne, et dans le cas qu'il rapporte (Obs. VII, page 179) il signale une exaltation de la sensibilité qui nécessita une suspension de traitement pendant quelques jours, durant lesquels le malade prit des bains émollients locaux. M. Duchenne conclut d'ailleurs que « l'hyperesthésie musculaire qui se développe sous l'influence de la faradisation dans un membre paralysé par lésion traumatique de ses nerfs, est un signe favorable ».

Dans notre observation, nous avons fort peu employé les courants induits, et pour l'hyperesthésie qui s'est développée sur le dos de la main, on ne peut en aucune façon accuser les courants électriques. Cette hyperesthésie doit donc tenir à d'autres causes qu'à la faradisation. Ce que nous avons surtout observé chez notre malade, ce sont des démangeaisons à la peau, et un peu d'exaltation de la sensibilité. Lorsqu'on comprime un nerf à l'état normal, il apparaît d'abord de l'hyperesthésie, puis seulement de la paralysie; de même peut-être lorsque les nerfs reprennent leurs fonctions, ils semblent passer par les mêmes phases, mais en sens inverse. MM. Bastien et Philippeaux ont observé qu'en comprimant un nerf il y avait, au début, des fourmillements, des espèces de fausses crampes, puis arrive un stade d'hyperesthésie. La sensibilité du tact, du chatouillement, de la température s'exalte, et il en est de même des autres modes de la sensibilité cutanée. Enfin, dans un dernier stade, l'hyperesthésie disparaît et est remplacée par l'anesthésie et la paralysie musculaire.

L'hyperesthésie survenant dans une paralysie est donc un signe favorable et qui annonce la guérison, ou au moins une amélioration.

Réciproquement, on peut également admettre, lorsque

l'état antérieur était normal, que *l'hyperesthésie est un signe de paralysie prochaine ou d'un commencement d'altération des nerfs.*

Et en effet, dans beaucoup de paralysies, on voit l'hyperesthésie précéder la perte de mouvements et de sensibilité. C'est surtout chez les hystériques que l'on voit souvent d'un moment à l'autre l'hyperesthésie être suivie d'une paralysie des nerfs moteurs et d'une anesthésie complète. C'est donc là un symptôme important pour le pronostic, aussi bien quand les nerfs passent de l'état normal à un état pathologique, que lorsqu'ils recouvrent leur excitabilité et leurs fonctions.

Paralysies rhumatismales des nerfs périphériques.

Le froid est une des principales causes des paralysies des nerfs périphériques. Tous les nerfs peuvent être affectés, mais ceux qui le sont le plus souvent sont le facial, le radial et le tibial antérieur. En ne tenant pas compte ici de la paralysie du nerf facial sur laquelle nous aurons à revenir plus longuement, nous pouvons dire et donner comme une loi générale que *dans les paralysies qui surviennent à la suite d'une exposition au froid ou à des courants d'air, ce sont toujours des nerfs qui se rendent à des muscles extenseurs qui sont atteints.*

Cette loi existe presque pour tous les cas de paralysie périphérique, et lorsqu'un plexus entier est paralysé ou que tous les muscles d'un membre sont atrophiés, ce sont toujours les muscles extenseurs qui sont paralysés les premiers, ce sont ceux dont l'atrophie est la plus prompte et la plus complète, et qui en même temps guérissent le plus lentement et le plus difficilement.

Il est évident que, pour les muscles de la jambe, nous considérons comme extenseurs ceux qui correspondent aux extenseurs des bras ; ainsi, le triceps crural et surtout le droit antérieur sont dans ce cas des muscles extenseurs, ainsi que les muscles péroniers et le jambier antérieur.

Il est difficile de donner une raison de cette prédominance de la paralysie des muscles extenseurs. Pour les paralysies rhumatismales, on peut croire à la rigueur que leur exposition plus superficielle les rend plus faciles à être impressionnés par le froid. Mais cette cause anatomique n'a plus de raison d'être dans les cas d'empoisonnement général, de lésion de la moelle ou des plexus. Quoi qu'il en soit, le fait existe et nous aurons l'occasion d'y revenir dans l'étude des atrophies musculaires.

Paralysie du nerf radial.— Ingouf, trente-deux ans, ouvrier chaudronnier, s'est aperçu le matin en se réveillant (juin 1868) qu'il ne pouvait plus relever la main gauche et éprouve en même temps un peu de fourmillement dans le pouce et le doigt indicateur. Il avait dormi le bras découvert et la fenêtre entr'ouverte. Dix jours après le début de la maladie, il vint nous trouver. Le cubital postérieur, l'extenseur propre du petit doigt, l'extenseur commun des doigts, le long abducteur du pouce, les extenseurs du pouce et l'extenseur de l'index sont complétement paralysés. La contractilité électro-musculaire est conservée pour les courants induits et pour les courants continus.

Les muscles fléchisseurs se contractent tous sous l'influence de la volonté ; mais malgré cela le malade ne peut fléchir les doigts qu'avec une certaine difficulté, et sans grande force. Il ne peut pas soulever un objet un peu lourd en le retenant par la flexion des doigts.

Au bout de huit séances d'électrisation par les courants continus, la guérison est complète.

— M. Bouillet, employé à l'octroi de Paris, sans aucune maladie antérieure, est pris subitement, au mois de novembre, vers onze heures du matin, d'une paralysie complète des extenseurs des doigts de la main droite. Le matin, en se levant, tous les mouvements se faisaient trèsbien et il ne sentait aucun fourmillement dans le bras. Vers neuf heures,

il éprouve un refroidissement assez fort, et conserve quelque temps l'impression de froid. A onze heures, sans ressentir aucune douleur, il s'aperçoit qu'il ne peut plus se servir de sa main droite. Il peut encore la fermer, mais avec difficulté et sans grande force; il lui est impossible de relever la main et les doigts.

Il vint nous trouver trois jours après le début de la maladie et nous constatons tous les symptômes de la paralysie de la branche musculaire du nerf radial. La contractilité électro-musculaire était conservée pour les courants induits et pour les courants continus. Le traitement consiste dans l'application des courants continus en mettant le pôle positif sur le plexus brachial et le pôle négatif sur le nerf radial, à la partie antérieure, dans l'espace qu'il occupe entre le brachial antérieur et le long supinateur. Les interruptions du courant étaient rares et chaque séance durait à peu près dix minutes.

Après la troisième séance, le malade pouvait mieux fermer la main et serrer fortement, et il relevait le poignet, mais les doigts restaient toujours abaissés. Au bout de six séances, tous les mouvements volontaires étaient revenus.

Dans les paralysies complètes de toute la branche musculaire du nerf radial, il est rare d'obtenir une guérison aussi rapide que dans ces deux cas, surtout lorsque la paralysie est complète. Cependant, lorsque la paralysie rhumatismale est limitée à deux ou trois muscles, la guérison peut encore être plus rapide. Dans l'observation suivante, au bout de deux séances d'électrisation, le malade fut complétement guéri.

Lebris, trente-trois ans, ouvrier terrassier, se réveille, le 30 mai 1868, sans pouvoir remuer le pouce et l'indicateur de la main droite. Il s'était couché la veille après avoir travaillé toute la journée, sans rien éprouver de particulier et tout à fait bien portant. La paralysie a eu lieu sans cause bien connue, pendant la nuit. En même temps qu'il ne peut mouvoir le pouce et l'indicateur, il y ressent un fourmillement très-intense. Ce fourmillement existe également dans le médius, mais il peut relever et fléchir ce doigt sans aucune difficulté. Le lendemain du début de cette paralysie partielle, nous fîmes la première application

électrique. Nous appliquions le pôle positif sur le plexus brachial, et nous promenions le pôle négatif sur les muscles extenseurs du pouce et de l'indicateur. Après la seconde séance, qui eut lieu quatre jours après le début de la maladie, les mouvements revinrent dans les deux doigts et les fourmillements disparurent complétement.

Les trois observations que nous venons de citer sont les seules où nous ayons commencé le traitement presque aussitôt après le début de la maladie, et certainement il est difficile d'espérer par d'autres moyens une amélioration aussi prompte. Dans le service de M. le professeur Sée, nous avons eu l'occasion d'observer un malade qui avait une paralysie du nerf radial. Cet ouvrier maniait des préparations plombiques, mais malgré cela la contractilité électro-musculaire étant conservée, nous crûmes, et M. Duchenne fut du même avis, que la paralysie était de cause rhumatismale. Les courants continus furent employés dès le commencement et ne donnèrent aucun résultat. C'est le seul cas où nous n'ayons pas vu une amélioration très-prompte, et cela tient peut-être à une légère influence d'intoxication plombique, quoique la paralysie ne fût pas réellement de cause saturnine. De plus, l'électrisation était faite par une personne connaissant peu l'emploi des courants électriques et l'appareil employé était très-défectueux.

Nous pouvons citer à côté de ces faits quelques autres où la paralysie périphérique durait depuis bien plus longtemps, et dont la guérison complète ne fût obtenue que par l'emploi des courants continus.

— Worans, ouvrier ajusteur, âgé de vingt-neuf ans, s'aperçoit en se réveillant qu'il ne peut plus relever la main droite ni les doigts de cette main. On lui prescrit d'abord des frictions avec de l'essence de térébenthine, et des vésicatoires volants. Après trois semaines, ne voyant

aucune amélioration, il entre à l'Hôtel-Dieu où il reste un mois et demi. On l'électrise tous les jours avec des courants induits, et il sort de l'hôpital ne pouvant encore ni relever les doigts ni le pouce, mais pouvant relever la main. Au bout d'une semaine (trois séances) de traitement avec les courants continus, il peut faire contracter les extenseurs des doigts et reprendre son travail.

Paralysie du tibial antérieur. — Humbert, glaisier, après avoir travaillé dans la terre humide, aperçoit qu'il ne peut plus relever le pied droit ni les orteils. Il ressent en même temps une légère douleur dans le pied, et accuse une sensation de froid. — Il fait d'abord des frictions, puis entre à l'hôpital, où il est électrisé tous les jours avec des courants induits. Après six semaines, il relève un peu le pied, mais très-faiblement et ne peut relever les orteils. Quand nous l'examinons, nous remarquons que la contractilité électro-musculaire est peut-être un peu affaiblie pour les courants induits, mais elle est plutôt exagérée pour les courants continus. On fait en même temps des applications de courants induits et de courants continus, et la guérison fait de suite des progrès très-rapides.

Paralysie rhumatismale de plusieurs muscles du bras. — Prosper Denis, âgé de quarante-deux ans, se réveille un matin et s'aperçoit, en voulant mettre sa chemise, qu'il ne peut plus lever le bras. Il avait couché toute la nuit la fenêtre ouverte. Il entre quelque temps après à l'hôpital Lariboisière, dans le service de M. Verneuil. Malgré l'application de courants induits, il y avait, quand nous le vîmes, un commencement d'atrophie musculaire et de diminution de contractilité dans le deltoïde, le triceps et les extenseurs des doigts. Le biceps et les fléchisseurs se contractaient sous l'influence de la volonté, mais leur action était fort peu puissante. Le traitement qui fut d'abord employé fut l'électrisation par les courants induits, puis nous essayâmes d'employer simultanément ces derniers courants et les courants continus. L'amélioration fut assez lente, car il fallut deux mois pour faire revenir la plupart des mouvements.

— Cormière, âgé de quarante-neuf ans, maçon. Après avoir travaillé dans les égouts toute la journée, il a ressenti tout d'un coup des crampes dans les doigts de la main gauche, principalement dans le pouce, et s'aperçut en même temps qu'il ne pouvait plus lever le bras. Il entre à l'hôpital Lariboisière, dans le service de M. Verneuil, où il est traité par des douches froides et l'emploi de courants induits. Lorsque nous le vîmes un mois après le début de sa maladie, il y avait déjà une

notable atrophie du deltoïde et des muscles de la face postérieure de l'avant-bras. Les muscles fléchisseurs sont en meilleur état, mais leurs mouvements sont très-limités et ils ne peuvent agir que très-faiblement. Il existe des fourmillements au bout des doigts, et un peu d'arthrite dans l'articulation de l'épaule, car on ne peut soulever le bras qu'à moitié, et l'on détermine alors des douleurs assez vives dans l'articulation.

La contractilité électro-musculaire est affaiblie pour les courants induits, surtout pour le deltoïde; elle est un peu augmentée pour les courants continus.

Le malade peut à peine fléchir les doigts et plus légèrement le bras. Après sept séances d'électrisation par les courants continus, il peut porter la fourchette à la bouche, mais il ne peut encore lever que très-faiblement le bras. Il fallut une vingtaine de séances pour que le malade pût exécuter facilement tous les mouvements. Les muscles n'avaient pas encore pris complétement leur volume normal, mais le malade put reprendre son travail à partir de cette époque.

Dans toutes les observations que nous venons de citer, le froid ou les courants d'air ont été la cause de la paralysie; dans un seul cas cité par Benedick, on trouve une paralysie du nerf radial, due à l'action trop forte de la chaleur. Cette paralysie *à calore* survint à la suite d'une brûlure par le fer rouge dans le voisinage du nerf radial, sans que le nerf lui-même ait été affecté soit primitivement soit par la cicatrisation.

Quoique la paralysie n'existe en général que pour un seul nerf, il arrive la plupart du temps que les autres nerfs voisins semblent en même temps plus ou moins affaiblis, ou du moins que les muscles innervés par ces nerfs ont perdu de leur force contractile. C'est ainsi que dans la paralysie du nerf radial, les muscles fléchisseurs se contractent également plus faiblement. On peut admettre que la cause qui a déterminé la paralysie complète du nerf radial a également agi, mais moins énergiquement, sur les nerfs

médian et cubital. C'est, dans tous les cas, un fait curieux à noter et qui montre bien que les mouvements d'un membre dépendent non-seulement de l'action isolée de tel ou tel muscle, mais qu'ils sont toujours le résultat d'une synergie d'actions musculaires. M. Duchenne a souvent appelé l'attention sur ce point, et nous nous rangeons complétement de son avis. Nous sommes heureux de rendre cette justice à M. Duchenne, qu'il a observé avec beaucoup d'exactitude et de netteté tous les phénomènes qui se rapportent aux mouvements physiologiques des muscles et aux conséquences dynamiques qui résultent de la paralysie d'un muscle isolé ou d'un groupe de muscles. Son nom restera attaché à cette étude, car il a fait faire à la science tellement de progrès dans cette voie, qu'il semble l'avoir complétée dans tous ses détails et en avoir établi les lois définitives.

Traitement. — Le principe fondamental de toute thérapeutique est d'agir sur le siége de la maladie ou sur les tissus primitivement atteints. Il est donc important dans tout traitement électrique de tenir compte d'abord du siége de la maladie, et en second lieu des agents qui ont le plus d'influence sur les tissus affectés. Or, dans les paralysies rhumatismales que nous venons de passer en revue, la cause de la maladie est la perte de conductibilité du nerf moteur; le siége de l'affection est donc uniquement dans le nerf moteur. Sous l'influence du froid, une portion du nerf moteur, soit par trouble de la circulation, soit par une modification quelconque, a perdu sa faculté conductrice de l'influx nerveux. Logiquement, le traitement doit donc consister à rétablir la conductibilité du nerf en ce point.

Si la cause est due à un trouble de la circulation, et si

les phénomènes vasculaires peuvent facilement être rétablis, tout agent qui exerce une action directe sur la circulation peut amener la guérison. C'est ainsi que des vésicatoires, des douches froides, des frictions même peuvent obtenir dans ces cas légers des résultats avantageux.

Si les troubles vasculaires sont plus grands, et si l'excitabilité d'une portion du nerf est complétement abolie, les agents révulsifs ordinaires restent inefficaces, et alors il n'est pas de traitement qui soit aussi indiqué que celui par les courants électriques.

Quels sont dans ces cas les courants qu'il est préférable d'employer ?

Pour les médecins qui n'ont sous la main que des courants induits, ils devront toujours les employer le plus tôt possible et sans crainte d'amener un effet nuisible. Les courants induits dans ces affections ont une action thérapeutique incontestable et peuvent sans inconvénient être employés même quand il n'y a encore aucune atrophie musculaire. Ils empêchent ainsi l'atrophie et amènent par leur action sur la contraction musculaire et par leur excitation des nerfs cutanés une augmentation de la circulation.

Mais il est toujours préférable, comme le prouvent quelques-unes des observations que nous avons rapportées, d'employer dans les premiers jours, les courants continus. En plaçant le pôle positif sur les vertèbres ou sur le plexus, et le pôle négatif sur les parties les plus superficielles du nerf paralysé ou sur les muscles, on fait passer un courant par tout le trajet du nerf; on force ainsi la partie du nerf qui a perdu son excitabilité à transmettre l'excitation électrique, et à fonctionner pour ainsi dire. L'excitation qu'on détermine dans le nerf n'est pas identique, il

est vrai, à celle que donne l'influx nerveux, mais elle a beaucoup d'analogie et détermine un ébranlement moléculaire dans toute la fibre nerveuse. Par ce procédé, on agit directement sur le siége de la maladie et c'est toujours là le moyen thérapeutique le plus logique et le plus efficace.

Cette influence des courants continus a en même temps l'avantage d'agir puissamment sur la circulation et sur la nutrition générale du membre.

La direction du courant dans ces cas de paralysie rhumatismale, ne nous paraît pas avoir une grande influence, car, que le courant soit descendant ou ascendant, on agit toujours sur tout le trajet du nerf, et l'affection étant nettement périphérique, l'influence des centres est peu considérable.

D'après les théories anciennes, et en se fondant surtout sur cette expérience de Mariani que le courant ascendant rend aux nerfs l'excitabilité perdue ou affaiblie, on pourrait préférer l'emploi du courant ascendant. Mais, comme nous l'avons vu dans la partie physiologique, cette expérience est plus compliquée qu'elle ne le paraît au premier abord, parce qu'il intervient dans ce cas des courants de polarisation et des phénomènes réflexes. Elle ne peut pas être prise comme loi exacte à suivre en pratique. Nous croyons même que l'action plus directe et plus énergique des courants descendants sur les nerfs moteurs, et leur influence sur la circulation doivent les faire préférer dans les paralysies des nerfs moteurs (1).

(1) Voilà le passage de Matteucci si souvent cité, et auquel nous avons fait allusion en parlant des déductions thérapeutiques qu'on a tiré de l'expérience de Mariani. « Nous pouvons admettre que, dans quelques cas de paralysies, les nerfs du membre sont altérés d'une manière analogue à celle qui y serait produite par le passage continu d'un courant

Lorsqu'il y a de l'atrophie musculaire en même temps que de la paralysie, il est utile d'employer simultanément les courants continus et les courants induits : les courants continus sur le trajet des nerfs, et les courants induits pour l'électrisation localisée des muscles. L'atrophie dans ces cas est toujours simple, et la contractilité électro-musculaire est conservée pour les courants induits, ce qui constitue les meilleures indications pour l'emploi de ces courants. Il faut ajouter cependant que les courants continus avec intermittence pourraient remplacer l'action des courants induits, tandis que ceux-ci ne peuvent jamais déterminer les mêmes effets que les premiers.

électrique. Nous avons vu que pour rendre à un nerf qui a perdu, par le passage du courant, son excitabilité par ce courant; il faut agir sur lui avec *un courant dirigé en sens contraire*. De même, pour faire cesser la paralysie, on devra faire passer un courant en sens contraire à celui qui aurait pu le produire. On voit par là que nous supposons que la paralysie qu'on doit soumettre au traitement électrique est de mouvement ou de sensibilité séparément. Ainsi, pour la paralysie du mouvement, c'est le *courant inverse* qui sera appliqué; tandis que pour la paralysie du sentiment, on devra appliquer le *courant direct*. Dans le cas de paralysie complète, il n'y a plus aucune raison pour se décider à appliquer le courant plutôt direct qu'inverse. »

Nous n'avons qu'un mot à ajouter à ces déductions de Matteucci, c'est que d'abord rien ne prouve que la paralysie d'un nerf consiste dans une lésion analogue à celle que produit le passage longtemps continu d'un courant; c'est le contraire qui paraît plus exact. En second lieu, cette influence de la direction des courants n'est due dans ces différentes expériences qu'à des actions électrolytiques.

SYSTÈME NERVEUX CENTRAL.

AFFECTIONS NERVEUSES DITES ESSENTIELLES.

Hystérie.

L'hystérie présente différents symptômes dont les principaux, au point de vue du traitement électrique, consistent : A, dans des troubles de sensibilité ; B, dans des troubles de motricité.

A. Les troubles de sensibilité sont d'un côté les hyperesthésies et de l'autre les anesthésies.

Les hyperesthésies consistent surtout en dermalgie, c'est-à-dire en une susceptibilité telle de la peau, que le moindre contact, l'impression même de l'air, deviennent pénibles et douloureux.

L'hystérie, qui sous tant de rapports a été proclamée un protée insaisissable, présente également des bizarreries très-remarquables sous le rapport de l'action des courants électriques. Ainsi, dans certains cas d'hyperesthésie, les malades supportent parfaitement des courants électriques très-forts, tandis que d'autres ne peuvent endurer la plus légère électrisation. Un courant tellement faible qu'il est à peine senti sur la langue, détermine chez certains malades une douleur insupportable. Les uns ont une répugnance invincible pour les courants induits ; les autres, sans trouver ce mode d'électrisation trop douloureux, éprouvent, dit M. Duchenne, « une sensation toute spéciale qui occasionne des tournoiements, des éblouissements, et un malaise général bientôt

suivi d'une crise nerveuse ». Chez les uns, la faradisation musculaire à courant rapide amène un spasme nerveux, tandis que la faradisation de la peau avec un courant rapide et une sensation de douleur très-violente, ne provoque pas le moindre accès nerveux.

Pour les courants continus, quelques malades les supportent très-facilement ; d'autres, au contraire, témoignent pendant leur application une sensation des plus désagréables, non de douleur, mais d'agacement. Chez ces malades, il faut alors employer un courant très-faible, et pour qu'il soit mieux supporté, nous usons souvent du procédé suivant, surtout lorsque l'affection est assez étendue et qu'elle atteint par exemple tout un côté du corps ou les deux membres. Nous plaçons les pieds dans un bain de pieds, et les mains dans une cuvette remplie d'eau, et nous mettons un des pôles dans chaque masse d'eau. Pour l'hystérie, à moins de conditions bien rares, nous plaçons le pôle positif du côté des mains et le pôle négatif du côté des pieds. On commence par établir un courant très-faible, qu'on augmente peu à peu, mais qu'on ne laisse jamais assez intense pour être par trop désagréable. Dans ces conditions, les séances doivent être longues et il faut éviter toute espèce d'interruptions. Mais encore une fois, ce ne sont pas là des bains électriques, car l'eau dans ce cas remplace un large tampon et n'agit que sur une région limitée. Plus la surface par laquelle pénètre un courant est grande, moins il y a d'excitation ; mais cependant il y a dans cette proposition même une certaine limite, car si l'on augmentait beaucoup la surface électrisée, le courant non-seulement perdrait de son action sous le rapport de son intensité, mais agissant sur un grand nombre de nerfs périphériques, il

déterminerait une excitation générale, ce qui serait tout le contraire de ce que l'on veut obtenir.

Enfin, ce procédé a encore quelquefois l'avantage d'éviter toute pression des rhéophores sur la peau, et c'est une condition dont il faut tenir compte lorsque la peau est tellement hyperesthésiée que le moindre contact provoque des douleurs.

B. Les troubles de la motilité sont très-nombreux dans l'hystérie, et c'est surtout contre eux que sont dirigés le plus souvent les traitements hystériques.

« La fréquence des paralysies hystériques, dit M. Axenfeld (1), est grande, puisque, dans les relevés de M. Briquet, il s'en trouve 120 cas sur 430 malades ; elles se montrent pour la plupart dans l'hystérie déjà ancienne. Comparées au point de vue de leur fréquence, les paralysies hystériques doivent être rangées comme il suit : d'abord l'hémiplégie, ou plutôt la paralysie simultanée des extrémités supérieure et inférieure du même côté (le plus souvent du côté gauche) ; puis la paraplégie, la paralysie d'un seul membre ou d'une portion de membre, la paralysie de la face, celle-là assez rare et étant presque toujours l'accompagnement de l'hémiplégie ; la paralysie du larynx (aphonie), du pharynx et de l'œsophage, du diaphragme. »

La marche et le degré de la paralysie présente également de grandes variétés.

Dans les troubles de motilité qui ne sont pas accompagnés d'hyperesthésie, les courants électriques sont assez bien tolérés. Cependant, dans quelques cas où les malades ne peuvent les supporter, Benedick conseille de chloroformer

(1) *Des névroses*, p. 627.

les malades. Nous n'avons jamais employé ce moyen et nous ne voyons pas les avantages qu'il peut procurer. En effet, il ne nous paraît guère praticable ni même utile, car si des personnes sont tellement impressionnables qu'elles ne peuvent supporter l'électrisation, même celle par les courants continus, on doit, à juste raison, craindre l'emploi réitéré du chloroforme.

Les paralysies hystériques sont toujours dues à une cause générale, et ce sont les centres et non les nerfs périphériques qui sont atteints. Ces considérations seules suffisent pour préférer les courants continus aux courants induits, car ces derniers n'ont d'influence sur les centres que par l'électrisation cutanée. Mais cette influence même est assez variable, et presque toujours très-excitante; de plus, il est difficile d'en limiter l'action. Il est donc souvent imprudent de les employer, et l'on doit toujours craindre de les voir aggraver les symptômes morbides. Aussi croyons-nous qu'il est bon de les rejeter chaque fois que les paralysies sont accompagnées de crises nerveuses et de phénomènes qui indiquent une irritation spinale ou cérébrale. Ce n'est que lorsque la paralysie est limitée depuis longtemps dans certaines régions qu'on peut les employer avec quelque succès, et surtout dans quelques cas de contractures, en employant la méthode préconisée par M. Duchenne, c'est-à-dire en électrisant les antagonistes.

M. Duchenne a obtenu un cas de guérison de paralysie hystérique au bout d'une seule séance, en employant l'excitation électro-cutanée. Quoique cette excitation agisse efficacement sur le système central, par action réflexe, il faut avouer que si les paralysies hystériques peuvent ne retirer aucune amélioration de tous les traitements employés,

aussi bien de l'électrothérapie que des autres moyens thérapeutiques, elles peuvent, d'un autre côté, guérir avec toute espèce de médication. L'imagination joue un trop grand rôle dans ces cas pour que nous puissions savoir ce qui revient de droit à l'influence du traitement. Cependant nous croyons pouvoir donner comme règle générale que l'emploi de l'électricité, qui agit si efficacement dans beaucoup de paralysies hystériques, produit dès les premières séances une amélioration très-notable, lorsqu'elle doit amener la guérison. Cela est vrai surtout pour les courants continus, et d'après les observations que donnent les auteurs; il en est de même pour les courants induits.

Le précepte pratique qui ressort de ces considérations est donc que, dans tous les cas de paralysie hystérique, il est bon d'employer les courants électriques. Si au bout de quelques séances on ne voit aucun progrès, il faut suspendre ce traitement pour le reprendre quelques semaines plus tard, et en même temps changer le mode d'électrisation et la nature des courants.

Voici une observation qui montre bien combien il est quelquefois avantageux de changer le mode d'électrisation, et en même temps combien, dans ces cas, il est utile d'agir sur les centres, et non-seulement sur les membres paralysés.

Une jeune fille de onze ans, non réglée, fut prise subitement, en octobre 1866, pendant la nuit, de convulsions cloniques sans perte de connaissance. Les jours suivants, ces convulsions persistent, mais se montrent principalement pendant le jour. Après ces attaques, faiblesse très-grande des membres inférieurs; il fallait soutenir la jeune malade, qui, sans cela, serait tombée sur le sol. On combattit ces accidents nerveux, d'abord par des bains tièdes aromatisés avec du tilleul, des boissons calmantes, une infusion de tilleul et de fleur d'oranger avec quelques

gouttes d'éther, puis ensuite par l'hydrothérapie. Vers le milieu de novembre, à la suite d'une crise très-violente, les membres inférieurs et surtout les jambes s'affaiblissent encore. La progression n'est plus possible que sur les genoux, et il faut porter la malade. Trois médecins sont consultés. Ils pensent que ces troubles nerveux ne sont qu'une variété de la danse de Saint-Guy, conseillent l'immersion dans un bain froid, les potions calmantes et les frictions sur le torse et sur les cuisses avec la brosse électrique Brandus. Il n'y a pas d'amélioration constatée à la suite du traitement. Les accès se produisent presque toujours au moment du coucher.

Le père vint alors à Paris; il consulte MM. G. Sée et Duchenne, qui, tous deux, sont d'accord sur la nature hystérique de la paralysie, malgré l'âge peu avancé de la malade. L'hydrothérapie est écartée, et l'on a recours à l'électrisation avec un appareil à intermittences. Dix ventouses sont appliquées de chaque côté de la colonne vertébrale. MM. Trousseau et Chauffard sont successivement consultés; le premier prescrit des bains très-longs, les pilules de térébenthine et l'azotate d'argent à l'intérieur; le second conseille l'usage des pilules de castoréum et d'une potion arsenicale. Malgré ces différentes médications, la faiblesse persiste, les crises se montrent toujours au moment ordinaire du coucher. Que l'on dépasse cette heure, si, par exemple, l'enfant va au spectacle, les accès ne se montrent pas.

Le 31 décembre, l'attaque est des plus violentes, la parésie augmente, et la jeune malade ne peut même plus se traîner sur les genoux. A la suite d'une nouvelle consultation de M. Sée, le 1er janvier, l'électrisation par les courants continus est prescrite et la malade nous fut adressée.

Voici dans quel état nous la trouvons. Il n'y a pas d'anesthésie. Les mouvements sont conservés pendant le décubitus dorsal, affaiblis, il est vrai. La station debout est impossible, les jambes ploient sous le poids du corps. Couchée, l'enfant ne peut soulever avec ses membres inférieurs que treize livres et demie. Nous électrisons la malade avec l'appareil à courant continu de Remak, et employons le courant descendant pour l'électrisation de la moelle. Le pôle positif est placé à la partie supérieure de la colonne vertébrale et le pôle négatif à la région sacrée, ou bien aux pieds, ceux-ci trempant dans un bain d'eau tiède dans laquelle on plonge ce rhéophore. On n'emploie jamais plus de six à huit éléments Remak; ce mode d'électrisation ne paraissait pas douloureux, mais agaçant. La sensibilité à l'électricité était exagérée, puisque deux éléments de Remak suffisaient à développer l'excitation.

Après la première séance, la crise du soir fut violente, mais de courte durée.

Seconde séance, la malade soulève, avec ses membres inférieurs, quatorze livres au lieu de treize et demie.

La crise du soir est très-légère.

Après la troisième séance, les crises disparaissent complétement, et la malade peut marcher sur ses genoux, mais les jambes sont encore trop faibles pour la supporter.

Après la quatrième séance, la force est augmentée, et les membres inférieurs soulèvent facilement quinze livres. Le soir même, l'enfant est plus solide sur ses jambes ; elle fait d'abord quelques pas en se tenant aux meubles, puis marche bientôt comme à l'état normal, puisque le lendemain elle vient à pied.

L'électrisation fut cependant continuée pendant six séances. La guérison ne s'est pas démentie, puisque chez nous, depuis cette époque, il n'y a eu aucune rechute ; il s'est bien montré de temps en temps de légères crises nerveuses, mais il n'y a plus trace de troubles dans la mobilité (1).

Dans ce cas, comme dans tous ceux que nous avons vu guérir par les courants continus, l'amélioration du côté de la motilité n'arrive jamais qu'après la cessation des crises nerveuses, et c'est toujours là le premier symptôme qui annonce l'efficacité du traitement.

Lorsque la paralysie hystérique est compliquée d'accidents rhumatismaux, et surtout lorsqu'il existe chez les malades les symptômes que M. Bazin a considérés comme la manifestation de l'arthritisme, les guérisons sont bien plus longues et plus rares. Nous avons vu un cas de ce genre où, ni l'hydrothérapie, ni l'électrothérapie sous toutes ses formes, ni les bains, etc., n'ont pu apporter d'amélioration et où cependant la guérison est survenue spontanément deux fois en trois ans, mais n'a duré que fort peu de temps.

(1) Cette observation a déjà été publiée dans la thèse de M. Lebreton : *Des différentes variétés de la paralysie hystérique.*

Contractures hystériques. — Parmi les autres symptômes de l'hystérie, nous devons encore considérer les contractures, où très-souvent l'emploi de l'électricité, et surtout des courants continus, amène de très-bons résultats.

Dans quelques cas, les contractures sont passagères, ou du moins ne sont pas dues à une lésion centrale; mais quelquefois la contracture est persistante et est symptomatique d'une lésion centrale. Dans ces derniers cas, on ne peut pas dire que la contracture est de nature hystérique, mais comme elle entraîne souvent d'autres phénomènes hystériques, on les considère au moins comme étant de même nature. M. Charcot (1) a publié un cas d'hystérie avec paraplégie et contractures, qui était dû, comme l'autopsie l'a démontré, à une sclérose de la moelle épinière. On peut se demander, dans ce cas, si les troubles fonctionnels auxquels se rattache l'hystérie peuvent, à la longue, aboutir à des lésions organiques des centres nerveux, et si ces lésions sont capables de déterminer consécutivement des atrophies musculaires.

Nous avons observé chez une jeune fille une contracture qui, d'abord intermittente, est devenue permanente et paraît actuellement avoir pour cause une lésion organique, tandis qu'au début elle n'était évidemment qu'un symptôme hystérique. Cette contracture était en même temps accompagnée d'autres phénomènes nettement hystériques, qui ont fini par s'amender ou disparaître, tandis que la contracture a constamment persisté.

M[lle] B., âgée de 21 ans, sans affection antérieure, bien réglée, fut prise tout d'un coup, le 1[er] janvier 1868, à la suite d'une contrariété, de

(1) Charcot, *Sclérose des cordons latéraux de la moelle épinière chez une femme hystérique.* (*Union médicale*, 1865.)

spasmes de l'arrière-gorge; elle éprouve de la difficulté à avaler, et comme les amygdales étaient un peu volumineuses, on les enlève, ce qui ne diminue que fort peu la difficulté à avaler. Quelques jours après, il lui survient par instant un hoquet, et elle se plaint en même temps de douleurs et d'une extrême sensibilité sur la partie supérieure de la colonne vertébrale. Pendant vingt-trois jours, elle est dans un état d'excitation extrême; elle a du délire, des hallucinations, ne peut manger, mais elle peut se lever et marcher. A la suite de frictions sur le dos, avec de l'extrait de belladone et de l'huile de jusquiame, son état empire, elle ne peut plus se lever, le hoquet revient plus fréquent, et dure constamment, excepté pendant le sommeil. En même temps elle a cinq à six crises nerveuses par jour.

Le 2 mai, elle se lève un peu, mais marche difficilement. Au mois de juillet, elle marche mieux, mais sa jambe gauche commence à se replier et les crises comme le hoquet persistent toujours. Pendant quelques semaines, il y a un peu d'amélioration, mais tous ces symptômes deviennent plus forts. Les crises à cette époque paraissent tous les jours régulièrement à sept heures du matin et à six heures du soir. Le hoquet est très-fort, et la jambe se rétracte de plus en plus.

Pendant toute cette période de sa maladie, il n'y a pas d'agent thérapeutique qui n'ait été essayé : bromure de potassium à haute dose, iodure de potassium, asa fœtida, noix vomique, atropine, sulfate de quinine, etc. Aucun de ces médicaments n'avait produit d'amélioration. L'hydrothérapie avait également été employée, mais loin d'amener un apaisement de tous ces phénomènes morbides, elle les avait exagérés, et, à deux reprises différentes, elle avait toujours déterminé les mêmes inconvénients.

Lorsque nous la vîmes, la malade était dans l'état suivant : le hoquet persistait constamment, la jambe gauche était à moitié fléchie sur la cuisse, et les efforts les plus grands ne pouvaient parvenir à surmonter cette contracture. Sur le dos, entre les deux omoplates, la sensibilité était exaltée au plus haut point; au moindre contact, la malade poussait des cris, le hoquet augmentait de force et de fréquence, et les muscles de l'épaule se contractaient spasmodiquement. Les crises avaient lieu deux fois par jour, le matin à sept heures, et le soir à six heures. Ces crises duraient deux heures, pendant lesquelles la malade, sans perdre complétement connaissance, avait les mouvements incoordonnés les plus étranges. Nous ne pouvons mieux comparer les phénomènes qu'elle présentait qu'à ceux d'un animal empoisonné par la strychnine; elle avait

des secousses comme tétaniques; tout son corps, pour ainsi dire, se soulevait de dessus le lit, et ses mouvements étaient surtout très-marqués lorsqu'elle venait à être touchée ou à irriter d'elle-même la surface du dos hyperesthésiée. Pendant tout ce temps, le hoquet disparaissait, mais il revenait dès que l'accès était terminé; la jambe restait constamment pliée, et jamais la contracture ne parvenait à cesser ou à diminuer, ni pendant les crises, ni lorsqu'elles avaient disparu.

Après quelques séances d'électrisation par les courants continus, en employant un courant descendant sur la moelle, quelques-uns de ces phénomènes s'amendèrent. Le hoquet diminua d'intensité; l'hyperesthésie de la peau fut moins considérable et les crises furent peu à peu moins longues. Au bout d'un mois de traitement, elles ne duraient plus que trois quarts d'heure; mais la contracture de la jambe ne fut nullement modifiée.

Après ce temps, la malade retourna chez elle en province; elle reprit du bromure de potassium à haute dose, du fer, des lavages froids, etc., mais son état restant stationnaire, elle revient nous trouver trois mois après. Son état était presque le même que lorsqu'elle avait quitté Paris, le hoquet existait encore, mais assez faible, et les crises duraient toujours près de trois quarts d'heure. Nous recommençâmes le même mode d'électrisation, et peu à peu les crises du soir et du matin devinrent très-faibles et ne durèrent plus que dix minutes.

La contracture de la jambe persistant toujours, nous dirigeâmes plus activement le traitement sur ce point, mais ni les courants continus, ni les courants induits sur les muscles antagonistes ne parvinrent à produire le plus léger changement.

Nous essayâmes alors l'emploi de l'extension continue au moyen des bandes de caoutchouc. Au bout de trois jours, l'extension de la jambe était complète, mais en même temps les crises réapparurent très-violentes et plus longues, et, dès que l'appareil fut enlevé, la jambe se rétracta aussitôt et reprit sa position vicieuse. On peut donc supposer que, dans ce cas, la contracture qui pendant des mois a résisté à toute espèce de traitement, et qui reste dans un état stationnaire, est due à une lésion centrale. Cependant ici, comme dans la plupart des cas de ce genre, la chloroformisation seule peut éclairer le diagnostic, et nous n'avons pu employer ce moyen.

Nous avons traité et guéri très-promptement, au moyen des courants continus, une contracture des muscles de l'ar-

rière-gorge. Comme il y avait de la difficulté à avaler et un peu de rougeur dans la gorge, on avait pendant des mois fait subir un traitement pour un cas d'angine chronique; on avait même enlevé les amygdales. M. Sée consulté reconnut la nature hystérique de cette affection et nous l'adressa. Au bout de six séances, la malade fut complétement débarrassée de cette contracture, et ne ressentit plus aucune difficulté à avaler.

Les contractures hystériques, dans plusieurs cas, font croire à une coxalgie, et nous avons eu l'occasion d'observer plusieurs des faits de ce genre dans le service de M. Verneuil. Récemment M. Lanelongue nous a également montré un cas du même genre chez une jeune fille qui avait été traitée pendant plusieurs mois pour une coxalgie, tandis que le raccourcissement de la jambe et les autres phénomènes qui ont pu faire croire à une coxalgie étaient produits par la contraction des muscles qui s'insèrent à la partie supérieure du fémur. Dans tous les cas, le diagnostic ne s'établit bien qu'en mettant les malades dans le collapsus complet, à l'aide de l'anesthésie chloroformique.

Nous avons eu l'occasion d'observer deux fois la cessation des contractures de l'œsophage chez des femmes hystériques à la suite de l'électrisation de la région antérieure du cou par les courants continus. Nous avons également fait cesser ainsi presque instantanément le spasme de la glotte. Ce sont là des résultats qui n'ont rien d'extraordinaire si l'on se rappelle l'influence des courants continus sur les contractures de cette nature. Mais il est évident, d'un autre côté, que cette influence n'est que passagère et qu'un traitement régulier ne doit jamais s'attaquer à ces phénomènes locaux. Même lorsque les contractures sont perma-

nentes en un point, il faut toujours agir d'une manière générale.

Chez une jeune dame qui, à la suite de plusieurs symptômes hystériques et de crises nerveuses offrant même un peu le caractère épileptiforme, il était survenu, en dernier lieu, une contracture des muscles de la mâchoire et une contracture des fléchisseurs de la main. Plusieurs médicaments avaient été employés sans grand succès. Le bromure de potassium avait été donné à assez forte dose sans produire la moindre amélioration, la belladone seule avait un instant fait diminuer les accidents nerveux et éloigner les crises.

Lorsque M. le docteur d'Ancona nous fit appeler pour essayer l'emploi des courants continus, cette dame ne pouvait pas desserrer les dents, la parole était impossible, et quoique les muscles des lèvres ne fussent pas contracturés, l'ensemble de la figure avait l'air tout crispé. Les doigts étaient complétement fléchis dans la main et ne pouvaient faire le moindre mouvement, le pouce seul avait conservé sa position normale. L'hyperesthésie de la peau des mains et de l'avant-bras était telle que le moindre contact était douloureux.

L'application directe d'un pôle sur le trajet des nerfs de l'avant-bras, ou sur la main, était impossible à cause de l'hyperesthésie qui existait dans toutes ces régions, et, comme de plus, la malade venait d'avoir ses règles, un courant descendant directement sur la moelle nous parut avoir l'inconvénient de pouvoir ramener les menstrues ou de les exagérer, et nous eûmes recours, les quatre premières séances, au procédé suivant : les mains furent placées dans une cuvette remplie d'eau, et nous y placions le pôle négatif, tandis que le pôle positif était appliqué directement sur les vertèbres cervicales. Le courant, d'abord d'une force de quatre éléments (de notre appareil au protosulfate de mercure), fut graduellement augmenté d'intensité, jusqu'à dix-huit éléments.

Au bout des quatre premières séances, les crises avaient disparu, le trismus fut un peu amendé, car la malade commençait à parler et pouvait un peu mieux articuler les mots; la contracture des doigts existait toujours, mais elle était un peu moins énergique, et la malade pouvait leur imprimer quelques légers mouvements de latéralité.

A partir de la cinquième séance, n'ayant plus à redouter des accidents du côté de la matrice, nous fîmes placer les pieds dans de l'eau ainsi que les mains, et nous mettions le pôle positif près des mains et le pôle

négatif aux pieds. Le courant, d'abord de dix-huit éléments, fut, à chaque séance, augmenté de quatre à six éléments jusqu'à quarante-deux. Les séances durèrent en moyenne de vingt-cinq à trente minutes, et chaque fois nous commencions par un courant faible que nous augmentions graduellement. Vers la fin de la séance, le courant était également diminué peu à peu, afin d'éviter toute espèce de secousse.

Après chaque séance il y eut un progrès sensible ; le trismus disparut d'abord, la parole revint complétement et les muscles de la face reprirent leur physionomie normale, puis l'hyperesthésie de la peau des mains fut diminuée, et enfin la contracture des doigts cessa en grande partie.

Après la dixième séance, la malade pouvait ouvrir complétement la main, les dernières phalanges seules restaient fléchies, et même les deux petits doigts et l'annulaire de la main droite étaient complétement allongés. Ce furent d'abord les premières phalanges, puis les secondes qui cédèrent et purent de nouveau se soulever horizontalement avec l'avant-bras. La contracture avait été tellement forte que, dans la paume de la main, les ongles avaient laissé des marques de leur pression.

A la onzième séance, nous essayâmes l'emploi d'un *courant ascendant*, c'est-à-dire que le pôle positif fut placé près des pieds; le courant ne fut que de trente-six éléments, et malgré tous les soins que nous prîmes pour éviter des secousses et toute espèce d'excitation, *ce changement de direction amena un résultat défavorable, car le lendemain les doigts étaient plus contractés et la malade s'était plainte d'être plus irritable.*

Le courant ascendant ne fut, cela va de soi, plus jamais employé; mais le lendemain, une vive contrariété morale ramena pour quelques instants le trismus et la contracture des fléchisseurs. Après une nouvelle séance (courant descendant), le trismus disparut pour toujours; la contracture mit plus de temps à disparaître, car il fallut encore cinq séances pour obtenir l'amélioration qui existait déjà.

Cette observation est intéressante non-seulement par les phénomènes qu'elle a présentés et qui sont assez rares, entre autres le trismus hystérique, mais elle nous montre encore d'une manière très-nette ce que nous nous sommes efforcés si souvent de démontrer : c'est que le courant ascendant doit toujours être rejeté dans les cas d'hystérie ou d'irritation générale.

diagnostic des paralysies hystériques. — L'électricité permet-elle de diagnostiquer, d'après certains troubles des propriétés musculaires, si une paralysie est d'origine hystérique ou si elle a une autre cause. Si cela était vrai, ce serait sans doute un des plus beaux avantages de l'électricité, car rien n'est si difficile à diagnostiquer que certaines paralysies hystériques. D'après M. Duchenne :

La contractilité électro-musculaire est normale dans la paralysie hystérique ; la sensibilité électro-musculaire est, au contraire, diminuée ou abolie dans cette même affection.

Malheureusement cette proposition n'est pas rigoureusement exacte, car il y a des cas de paralysie hystérique où la sensibilité électro-musculaire est loin d'être diminuée, et des paralysies non hystériques où cette sensibilité est également abolie. Dans bien des cas d'affections cérébrales, il existe en effet un affaiblissement de la sensibilité électro-musculaire. Cependant, s'il ne faut pas admettre cette proposition avec trop de confiance, il est certain qu'elle peut quelquefois éclairer le diagnostic, comme le prouve l'observation suivante rapportée par M. Duchenne :

En 1852, une jeune fille était entrée à la Charité (salle Sainte-Madeleine, n° 5), pour s'y faire traiter d'une hémiplégie gauche datant de six mois, et qui était survenue graduellement. Sa paralysie était incomplète, c'est-à-dire qu'elle consistait dans un affaiblissement des mouvements. Elle était habituellement bien portante avant sa paralysie, mais depuis lors elle était mal réglée. On constatait chez elle l'existence d'un souffle carotidien. Bien qu'elle n'eût jamais eu d'accès d'hystérie, M. Beau, qui dirigeait alors provisoirement le service, pensa que son hémiplégie pouvait bien être sous la dépendance d'un état hystérique, et m'engagea à l'examiner, au point de vue de mes recherches. A l'exploration électro-musculaire, je constatai l'intégrité de la contractilité et de la sensibilité électriques dans les muscles paralysés. Ce dernier phénomène (l'intégrité de la sensibilité musculaire) ne me permit pas de partager l'opinion

de M. Beau sur la nature de la paralysie. On se rappelle, en effet, que la paralysie hystérique présente une perturbation dans l'état de la sensibilité qui est ordinairement diminuée dans les muscles ou quelquefois augmentée à la peau. En l'absence de ce dernier signe, et en présence de l'intégrité de la contractilité électro-musculaire, je diagnostiquai chez cette jeune fille une lésion cérébrale, par exemple un tubercule occupant le côté droit de la base du cerveau ; la possibilité de la présence d'un tubercule cérébral me paraissait s'appuyer encore sur l'existence d'une expiration prolongée au sommet du poumon gauche. Cette jeune fille mourut rapidement par suite d'une suffusion séreuse dans les méninges et les ventricules. On trouva à l'autopsie *un tubercule du volume d'un haricot dans le pédoncule cérébral droit.*

Meyer (*loc. cit.*, p. 190) rapporte également le fait suivant, qui indique bien que dans les cas de paralysie, au moins dans certains cas, la sensibilité électro-musculaire est abolie, tandis que les contractions sont normales.

Une jeune dame de vingt-six ans, qui depuis quelque temps avait des paralysies passagères, tantôt au bras, tantôt à la jambe, fut atteinte définitivement d'une paralysie complète des membres inférieurs, accompagnée d'une anesthésie cutanée. La contractilité électro-musculaire était normale dans les deux jambes, tandis que la sensibilité électro-cutanée et électro-musculaire était tellement abolie pour la région externe de la jambe gauche, que les courants les plus énergiques, soit qu'on se servît d'électrodes humides ou du pinceau métallique, n'étaient pas ressentis. La malade fut améliorée par les courants induits, et guérie complétement à Wildbad.

On peut donc, dans un certain nombre de cas, reconnaître une paralysie hystérique selon les phénomènes que présentent la contractilité et la sensibilité électro-musculaire. Mais, comme nous l'avons dit, ces caractères sont loin d'être rigoureux, et c'est surtout dans les cas difficiles au point de vue du diagnostic que ces caractères deviennent douteux.

Dans l'hémiplégie par exemple; et surtout dans les premiers jours de la maladie, la sensibilité, soit cutanée soit musculaire, est également souvent affaiblie, et d'un autre côté les malades se trouvent souvent dans un tel état de prostration qu'ils sentent peu ou ne peuvent rendre compte de leurs sensations. Nous avons observé dans le service de M. Sée un cas très-intéressant sous ce rapport. Une jeune fille est amenée à l'hôpital, avec une hémiplégie du côté gauche, coma profond, perte de la parole, sans fièvre et sans qu'on puisse découvrir la moindre lésion organique. La contractilité électro-musculaire est normale, et la malade n'a pas l'air de souffrir par des courants très-forts. La plupart de ces symptômes font croire à quelques médecins que l'on est en présence d'une paralysie hystérique, mais la malade succomba le surlendemain, et l'autopsie fit découvrir une embolie cérébrale.

Quel eût été le moyen d'aider, dans ce cas, le diagnostic par l'emploi des courants électriques? La contractilité normale et la perte de la sensibilité électro-musculaire n'avaient aucune valeur, mais peut-être eût-il été possible d'essayer les courants continus, non sur les membres où ils n'auraient rien appris de plus, mais du côté du cerveau. Dans le cas d'hémiplégie hystérique, il est possible et même probable qu'ils auraient amené, pour un temps plus ou moins long, une modification aux troubles qui existaient, tandis que si l'hémiplégie avait pour cause une embolie ou un épanchement sanguin, ils n'auraient, cela est de toute évidence, absolument rien pu modifier.

Nous croyons que, dans ce cas, un courant continu appliqué sur la tête pendant quelques minutes aurait pu apporter quelques changements aux symptômes, d'après un

fait que nous avons observé dans le service de M. Oulmont et chez une malade hystérique qui par moments offrait tous les symptômes d'une lésion cérébrale. Dans un de ces états, nous fîmes passer pendant près de cinq minutes un courant à travers la tête, le pôle positif sur le front et le négatif à la nuque, et aussitôt les symptômes d'excitation disparurent pendant un instant, et la malade s'endormit pendant une demi-heure.

Dans la plupart des paralysies hystériques, les malades ressentent très-vivement les courants continus, surtout lorsque les éléments employés ont une forte action chimique (1). Nous avons vu un cas où l'anesthésie était presque complète pour tous les excitants, excepté pour les courants de la pile à action chimique assez forte. La contractilité pour ces courants est en même temps plutôt diminuée qu'augmentée, mais ce caractère est loin d'être suffisant pour établir le diagnostic, au moins d'avec d'autres lésions cérébrales. Dans les lésions de la moelle, cependant, les effets des courants continus peuvent avoir quelque utilité. D'abord, de ce que la contractilité n'est pas augmentée pour les courants continus, et est plutôt diminuée, tandis qu'elle reste la même pour les courants induits, on peut déjà être certain que la paralysie n'est pas périphérique. Enfin, ces mêmes faits démontrent que la lésion centrale n'a pas atteint les cellules de la moelle, dont partent les nerfs périphériques. Nous verrons dans un prochain chapitre la raison de ces différents phénomènes.

En électrisant les nerfs périphériques, ou les nerfs et la moelle, avec des courants continus, on observe de plus que

(1) En cas de simulation, cette influence des courants qui ont une action chimique considérable pourrait être utilisée.

même lorsque la sensibilité est abolie, le courant ascendant donne des contractions plus étendues et plus énergiques que le courant descendant. Cela ne s'observe *dans ces conditions* (c'est-à-dire avec une abolition de la sensibilité) que dans les cas de tumeurs ou d'hémorrhagie de la moelle. C'est donc là encore une action des courants qui peut avoir une importance pour ce diagnostic. Ce moyen peut surtout être avantageux dans les cas de simulation, et dans ces cas il faut surtout se rappeler, ce dont les malades ne se doutent guère, que les contractions sont toujours plus fortes en électrisant les nerfs moteurs que lorsqu'on électrise directement la fibre musculaire.

Enfin, on pourrait peut-être encore se fonder sur ce fait, qu'en électrisant la moelle avec un courant ascendant on augmente en général dans les paralysies hystériques les phénomènes d'excitation, tandis que cela arrive bien plus difficilement dans les cas de tumeurs ou d'hémorrhagies avec lesquels on pourrait les confondre.

Irritation spinale.

« Pour les pathologistes, dit M. Axenfeld (1), qui la décrivent comme une maladie distincte, l'irritation spinale est caractérisée par la réunion des symptômes suivants : douleur perçue le long du rachis, provoquée surtout par la pression sur les apophyses épineuses, présentant des irradiations très-variées, accompagnée de troubles fonctionnels multiples et remarquablement mobiles, et presque constamment de perte de forces et d'amaigrissement. »

En faisant un chapitre à part pour cette affection, nous

(1) *Des névroses*, p. 284.

ne voulons pas cependant en faire une maladie distincte et bien déterminée, seulement il est certain que dans beaucoup de cas on observe un ensemble de symptômes qui rentrent dans la définition donnée par M. Axenfeld. Nous en excluons toutefois les symptômes, amaigrissement et affaiblissement, car s'ils existent, ils ne sont que très-rarement le résultat de l'irritation spinale.

Il nous paraît difficile de dire exactement la cause de cette affection ; cependant il est probable qu'elle est due à une congestion, soit de la moelle, soit des enveloppes de la moelle, ou à une excitation réflexe de la moelle. Chez la femme, tous ces symptômes rentrent assez bien sous la dénomination générique d'hystérie. Il nous serait impossible d'ailleurs de dire en quoi les phénomènes hystériques diffèrent de ceux de l'irritation spinale; nous les croyons même dus à la même cause, c'est-à-dire à des troubles de la circulation. On sait en effet combien sont fréquents chez les femmes hystériques les *désordres vaso-moteurs*, comme le prouvent les changements alternatifs de vascularisation de la peau et de la face, l'augmentation ou l'arrêt des sécrétions, etc.

Il en est de même dans l'irritation spinale, seulement dans cette affection les troubles circulatoires paraissent limités à la moelle, et s'observent aussi bien chez l'homme que chez la femme.

Cette affection a évidemment un grand nombre de complications et de degrés. Elle peut varier depuis la simple excitation générale jusqu'aux douleurs rachidiennes les plus intenses et produire même des crises épileptiformes.

La douleur rachidienne, souvent spontanée, peut être provoquée soit par la pression, soit par l'application de la cha-

leur. Pour la découvrir, on promène le doigt le long de la région vertébrale, ou bien on applique sur la région vertébrale une éponge imbibée d'eau chaude.

Nous avons observé un mode d'exploration même plus sensible que ces deux derniers, car il indique des hyperesthésies le long de la colonne vertébrale, alors que ni la pression ni la chaleur ne les font découvrir.

Ce moyen, qui n'a jamais été indiqué jusqu'ici, consiste à promener le long de la colonne vertébrale un des rhéophores d'un appareil à courant continu. L'un des rhéophores est maintenu fixe à la partie supérieure de la colonne vertébrale, l'autre est glissé lentement de haut en bas. Il faut en même temps employer un courant moyen. Le courant, s'il n'y a point d'irritation spinale, n'est guère ressenti dans cette exploration, ou du moins la sensation qu'il détermine est la même en quelque région que soient placés les électrodes. Dans les cas contraires, le malade accuse en certains points une douleur assez vive et surtout une cuisson très-forte. Lorsque la pression et le contact de l'eau chaude déterminent de la douleur dans une région quelconque, les courants continus agissent de même, ce qui démontre bien que c'est là une influence provoquée par des conditions pathologiques. Une autre preuve que ces sensations ne sont point une coïncidence ou un phénomène ordinaire, c'est qu'elles disparaissent lorsque le traitement est suivi de succès.

Il est indifférent d'employer pour cette exploration l'un ou l'autre pôle, car tous les deux provoquent cette même sensation. Le pôle positif assez souvent même, quoique en général il agisse moins énergiquement, détermine, au contraire, dans ces cas, une impression plus forte.

Il faut promener le rhéophore des deux côtés de la colonne vertébrale, car les points douloureux sont rarement symétriques.

Dans les cas d'irritation spinale, c'est presque toujours vers la partie inférieure de la moelle qu'on trouve ces différents points douloureux; quelquefois cependant ils existent dans la partie dorsale et même cervicale. Leur nombre est très-variable.

Dans d'autres affections de la moelle, dans la myélite chronique, même dans la sclérose des cordons postérieurs, on rencontre également des régions douloureuses au contact des électrodes.

C'est toujours un signe favorable, et qui indique une guérison prochaine, de voir la sensation douloureuse de ces points diminuer ou disparaître.

Voici quelques faits qui se rapportent à ce genre d'affection.

M. C..., âgé de trente-deux ans, ressent, depuis plusieurs mois, des douleurs le long du dos et surtout dans les reins; il a de la lassitude dans les membres, et un peu d'hyperesthésie généralisée. Par moments, il éprouve des fourmillements dans les jambes et principalement à la plante des pieds.

Du côté des voies urinaires, il n'y a qu'un peu d'excitation avec des envies fréquentes d'uriner et des spasmes après la miction.

Insomnies fréquentes, sommeil agité, caractère devenu irritable. Genre de vie peu régulier.

Nous appliquons sur la moelle un courant descendant de 30 éléments, le pôle positif est placé sur les vertèbres cervicales, et, en promenant le pôle négatif le long de la colonne vertébrale, nous trouvons à droite, près de la neuvième vertèbre dorsale, un point douloureux et un autre du même côté, au niveau de la troisième vertèbre lombaire. A gauche, il n'y a qu'un seul point douloureux qui se trouve un peu au-dessus de la troisième vertèbre lombaire.

Au bout de quatre séances, le point douloureux supérieur disparaît et les deux inférieurs ont diminué. En même temps, l'état général du malade s'améliore, le sommeil est meilleur, et la lassitude a disparu.

Au bout de la sixième séance, on ne retrouve que très-difficilement les points douloureux, et le malade se trouve presque complétement remis. Le courant employé était toujours descendant, d'une durée de dix à douze minutes et d'une intensité de 20 à 30 éléments.

— M. L..., âgé de vingt-six ans, d'un tempérament assez délicat, qui depuis plusieurs mois a eu beaucoup de préoccupations morales et a été obligé de se livrer à des travaux intellectuels fatigants, accuse une excitation générale, une sorte d'agacement, de la faiblesse dans les membres.

Il ressent des fourmillements dans la jambe droite, et parfois de petites douleurs lancinantes et des engourdissements passagers de cette jambe.

Le jet d'urine ne se fait pas d'une manière suivie, et il semble que la vessie ne se vide jamais complétement.

Il y a par moments, et surtout après le repas, une plus grande dilatation de la pupille droite que de la pupille gauche. Le malade a lui-même remarqué ce symptôme et en a été très-inquiété. La vue est normale.

Nous conseillâmes d'abord, pour cette affection qui ne nous paraissait pas bien limitée ni bien nette, l'hydrothérapie. Ce traitement, suivi pendant deux mois, ne détermina aucun changement, et c'est alors seulement que nous essayâmes l'emploi des courants continus.

En explorant la colonne vertébrale avec l'électrode positif et avec le négatif, nous rencontrons dans les deux cas une région très-sensible au niveau des vertèbres lombaires et *uniquement à droite.* La sensation produite par un courant de 15 éléments n'est pas ressentie dans les autres points de la colonne vertébrale, tandis qu'en cet endroit elle est cuisante et insupportable. *Ni à la pression, ni avec l'eau chaude, on ne peut provoquer de douleur dans cette même région.*

Nous électrisons la moelle avec un courant descendant de 35 éléments. Le pôle positif est placé sur les vertèbres cervicales, et le négatif au-dessus du point douloureux sur les vertèbres sacrées.

Au bout de cinq séances, on ne détermina plus de sensation particulière et douloureuse sur la région antérieurement si hyperesthésiée, et le malade se trouve en même temps très-amélioré. Le traitement fut encore continué pendant quelque temps, et jamais en aucun point de la colonne vertébrale nous n'avons pu donner ou déterminer cette même douleur.

Dans cette observation, il est probable que l'affection, à cause de sa localisation dans une moitié du corps et des phénomènes du côté de la pupille, était due à une irritation des sympathiques.

M. M..., âgé de vingt-huit ans, employé, sans affection antérieure, souffre depuis quatre mois de crises nerveuses, qui se sont présentées la première fois sous la forme suivante. Etant à écrire, le malade sent tout d'un coup, selon son expression, que le sang lui monte à la tête, et qu'il éprouve une sorte de vertige. En même temps, il ne peut plus remuer ni le bras gauche ni la jambe gauche. Il ne peut se lever.

Pendant près d'une heure, tout le côté gauche reste complétement anesthésié, il ne sent pas la piqûre d'une épingle.

Deux mois après, il est pris d'une même crise, qui dure un quart d'heure, mais il ne perd pas connaissance. Pendant tout le temps de l'accès, il a remarqué que *la main gauche et le bras gauche sont devenus pâles et ont la chair de poule après l'accès. Ces mêmes parties et ces parties seules sont couvertes de sueur.*

A ces crises sont venus se joindre peu à peu des fourmillements persistant dans la main gauche, de la faiblesse des jambes, des constrictions à la gorge, la sensation d'une boule remontant de l'estomac vers le cou, des envies de vomir, et enfin par moments du tremblement dans tous les membres.

C'est dans ces conditions que M. le docteur Tenneson nous adressa ce malade (novembre 1868), et, au bout de dix-sept séances (courants descendants), les crises, les fourmillements, et tous les symptômes disparurent.

Six mois après, ce malade revient nous trouver, se plaignant de douleurs vagues dans les bras, de sueurs constantes dans les mains, et de légères douleurs du côté gauche de la tête. Il transpirait également très-facilement de la tête, mais *uniquement du côté gauche.* — Nouvelle application des courants continus en agissant en même temps du côté du ganglion cervical supérieur. Amélioration très-prompte, qui dure depuis cette époque. Il reste néanmoins toujours la même excitabilité nerveuse et passagèrement des phénomènes périphériques, résultant de cet état général.

Nous verrons dans un autre chapitre d'autres faits qui

semblent également être la conséquence d'une affection du sympathique.

Les observations que nous venons de citer et auxquelles nous pourrions encore en ajouter d'autres, suffisent pour montrer les avantages que l'on peut tirer de l'emploi des courants continus. Mais ici, comme dans l'hystérie, et peut-être plus que dans cette dernière affection, il est important d'agir avec prudence et de n'employer que des appareils bien conditionnés. Il faut que l'action sur la peau soit aussi faible que possible, que la constance de la pile soit bien certaine. En un mot, il faut rejeter les appareils où l'on plonge plus ou moins et à volonté les métaux, car ces appareils ne sont pas bien constants; il en est de même pour les piles à grande surface, pour la pile en bisulfate de mercure et même pour la pile en chlorure d'argent qu'emploie M. Gaïffe pour son appareil portatif. Cette pile a pour ces cas une action chimique trop grande, elle agit vivement sur la peau, et sa tension est moindre que celle de Daniell. D'autres médecins ont peut-être été plus heureux que nous, mais avec cet appareil nous n'avons jamais pu obtenir un effet sédatif, et il faut dans ces cas que l'électricité, au lieu d'être un excitant, soit un calmant, ce qui n'est possible que dans certaines conditions.

Chorée.

Avant d'étudier l'influence thérapeutique des courants électriques dans la chorée, nous allons examiner les phénomènes que présente cette affection au point de vue physiologique. Nos recherches expérimentales ont surtout été faites chez le chien qui présente très-souvent des

mouvements choréiformes. Chez trois chiens qui nous présentaient ce genre d'affection, les mouvements anormaux se voyaient dans les membres antérieurs, ils étaient plus marqués d'un côté que de l'autre (deux fois à gauche, une fois à droite); on remarquait toujours un ou plusieurs muscles spécialement atteints; dans un cas c'était le grand pectoral, dans un autre les extenseurs de la patte, dans un troisième la plupart des muscles de l'épaule.

Pour étudier les mouvements choréiques et les variations qui surviennent dans leur forme et leur intensité, sous certaines influences, nous avons employé la méthode graphique. L'animal étant fixé solidement dans une gouttière, on multipliait les liens sur le membre choréique, de façon à s'opposer à tout mouvement, le tendon d'un muscle était mis à découvert et rattaché par un fil au levier enregistreur. Sur l'un des chiens dont les muscles extenseurs étaient presque exclusivement atteints, on se contentait de fixer le fil à un ongle de la patte, à demi fléchie.

Nous avons ainsi constaté que le plus ordinairement l'intensité des mouvements choréiformes croissait proportion-

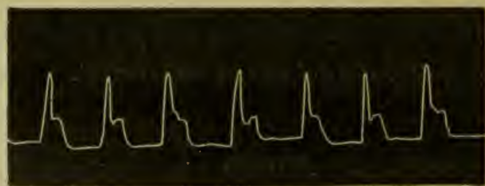


Fig. 49. — Contractions rhythmiques normales ; le cylindre enregistreur exécute un tour par minute.

nellement avec leur fréquence. Chaque mouvement, qu'il soit simple ou complexe, est suivi d'un repos complet dont la durée est sensiblement la même (fig. 49).

Il n'y a pas cependant isochronisme complet, comme on le voit dans les tracés lorsque le cylindre enregistreur tourne rapidement; on apprécie alors plus aisément les distances qui séparent chaque contraction, et l'on reconnaît qu'elles ne sont pas absolument égales.

Cette apparence de régularité dans les mouvements nous a conduits à rechercher s'ils ne seraient pas en rapport avec le pouls et s'ils n'étaient pas sous l'influence de l'impulsion du sang, dont le choc pouvait ébranler les éléments nerveux de la moelle. Notre hypothèse parut d'abord se confirmer; en auscultant le cœur, nous crûmes trouver, surtout sur l'un des chiens, que chaque mouvement des membres choréiques coïncidait avec une pulsation cardiaque, mais nous avons voulu constater rigoureusement cette coïncidence.

Voici comment nous avons disposé l'expérience : un manomètre enregistreur était adapté à l'artère fémorale du chien pendant que les muscles choréiques étaient fixés au levier qui nous servait à inscrire les mouvements; de la sorte, on pouvait prendre simultanément le tracé de la circulation et celui du tic choréique, et il nous a été facile de constater que, si dans certains cas il y avait accidentellement concordance plus ou moins complète, il y avait le plus souvent une dissemblance bien marquée; nous avons même remarqué que la rapidité des mouvements ne croissait pas en raison de l'augmentation du nombre des battements cardiaques.

Si l'on étudie séparément la forme de chaque mouvement choréique, on voit d'abord que ce mouvement est brusque, instantané; le retour au repos est aussi très-rapide, mais moins brusque, quelquefois même il se fait en plusieurs temps; de sorte que les tracés enregistrés, en don-

nant à l'appareil un mouvement très-lent, montrent une ligne d'ascension verticale et une ligne de descente légèrement oblique, devenant quelquefois très-oblique à sa partie inférieure; le sommet est aigu ou légèrement obtus; fréquemment la descente est interrompue par une secousse plus faible, qui la divise en deux parties distinctes, chaque grande contraction est alors doublée d'une contraction plus faible (voyez fig. 49).

Si l'on imprime au cylindre une grande vitesse, on voit ordinairement une ligne d'ascension légèrement oblique, un sommet arrondi et une ligne de descente très-oblique (fig 50).



Fig. 50.— Le cylindre fait 45 tours par minute.

Dans les cas où le mouvement est plus violent, on trouve le sommet constitué par un plateau; c'est alors surtout que la descente s'effectue en plusieurs temps (fig. 51).

On remarquera que dans ce tracé la ligne d'ascension est presque perpendiculaire, la contraction est brusque et puissante, la descente est au contraire lente et se fait en plusieurs fois. On voit également ce plateau très-prononcé lorsque l'ascension se fait exceptionnellement par une série

de secousses, ce qui du reste est assez rare et ne se montre jamais avec une grande netteté; on observe alors que les

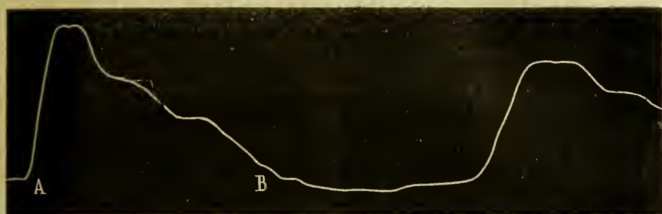


Fig. 51.— Le cylindre fait 45 tours par minute.

lignes d'ascension et de descente sont réunies par une ligne droite qui indique une contraction tétanique durant un temps appréciable (fig. 52).

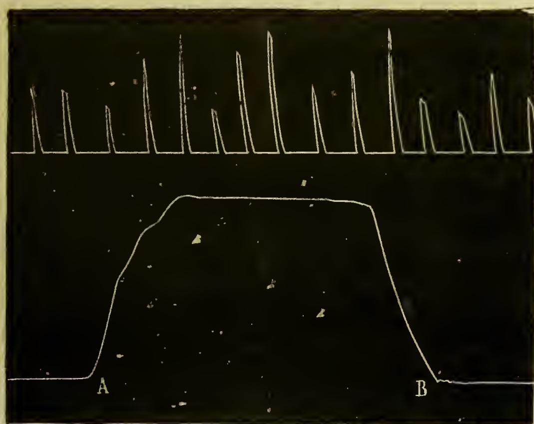


Fig. 52.— Pour le tracé supérieur, le cylindre fait un tour en une minute; pour l'inférieur, il fait 45 tours.

La contraction des muscles choréiques n'est donc pas toujours identique; tantôt elle est unique et brusque, tantôt il y a une succession de mouvements qui s'ajoutent; en d'autres termes, nous aurions en premier lieu ce que M. Marey appelle les secousses musculaires, et en second lieu la con-

traction tétanique. Cette distinction est peut-être un peu subtile, car s'il n'est pas douteux que dans l'effort prolongé, comme sous l'influence de la faradisation, le mouvement résulte d'une série de secousses, ne peut-on pas admettre une contraction complète et instantanée du muscle et une contraction progressive. Ce que l'on observe dans le tic confirmerait cette manière de voir, puisqu'on trouve un passage insensible entre la secousse simple et les mouvements composés de séries de secousses.

Du reste, dans les muscles qui se contractent brusquement, comme pour le cœur, M. Marey a reconnu qu'il n'y avait pas de mouvements s'ajoutant les uns aux autres pour arriver au summum d'intensité, mais un mouvement unique; faut-il donc admettre que dans le cœur il n'y a pas de contractions réelles, mais seulement des secousses musculaires?

Détermination du siége anatomique de la chorée.

La section des nerfs qui se rendent aux muscles choréiques entraîne l'arrêt des mouvements; il ne peut donc être question de rechercher la cause des mouvements rhythmiques, soit dans les nerfs périphériques, soit dans les muscles. L'axe cérébro-spinal est seul en cause, et nous verrons qu'il est possible de localiser la chorée dans la moelle et même dans certaines portions de la moelle.

Plusieurs expérimentateurs ont signalé la persistance des mouvements rhythmiques après la section transversale de la moelle. M. Chauveau, ayant coupé la moelle d'un chien choréique au niveau de l'espace altoïdo-occipital, constata que l'animal, entièrement privé des mouvements volontaires,

éprouvait les mêmes violentes secousses choréiques qu'avant l'opération. M. Carville et M. Bert ont présenté à la Société de biologie des observations analogues.

Non-seulement nous avons constaté les mêmes effets après la section de la moelle, mais nous avons utilisé ce procédé spécialement pour nos recherches sur l'action des courants électriques, où il est nécessaire de se mettre à l'abri des mouvements volontaires; nous avons conservé trois ou quatre heures des chiens choréiques dont la moelle était coupée vers la région cervicale supérieure (au niveau de la troisième ou quatrième vertèbre). Pendant ce temps, les animaux, qui respiraient très-difficilement et qui cessaient même complétement de respirer dans les premiers instants qui suivaient la section de la moelle, étaient soumis à la respiration artificielle au moyen d'un tube placé dans la trachée. Immédiatement après l'opération, les mouvements choréiques sont d'abord ralentis, et dans un cas ils ont cessé complétement pour reparaître spontanément après quatre ou cinq minutes. Ils se maintiennent dès lors tant que l'animal n'est pas très-affaibli. Si l'on arrête la respiration, la chorée ne tarde pas à décroître, les mouvements sont moins forts et moins fréquents, ils disparaissent complétement au bout d'une à deux minutes et se montrent de nouveau progressivement dès qu'on insuffle de l'air.

La chorée n'est donc pas sous l'influence directe du cerveau, l'expérimentation le démontre nettement; il n'est pas douteux cependant que les pathologistes ont vu la chorée se développer à la suite de certaines lésions de l'encéphale (hémorrhagie, ramollissement). Nous pensons que les connexions intimes qui unissent les cellules nerveuses cérébrales et les cellules médullaires expliquent suffisamment

l'influence des premières sur les secondes, et l'excitation pathologique de la moelle après une lésion cérébrale. Nous avons constaté cette action éloignée du cerveau sur les mouvements choréiques dans quelques expériences; les caresses modifient momentanément les contractions rhythmiques, il en est de même de la peur. Dans la figure 53,



Fig. 53.— Le cylindre fait un tour par minute.

un chien craintif étant attaché sur une table et parfaitement calme, on frappe avec force sur une lame métallique, de façon à produire un grand bruit; les contractions, très-fortes d'abord, cessent pendant un temps assez court (de A à B), puis elles se rétablissent; lorsque l'animal s'est habitué au bruit, on n'obtient plus les mêmes effets, il y a au contraire augmentation des mouvements.

On sait que, pendant le sommeil, l'agitation choréique cesse, ce qui prouve bien qu'il y a repos des éléments médullaires et des éléments cérébraux; la moelle sommeille comme le cerveau.

Les anesthésiques agissent de la même manière que le sommeil normal et permettent de suivre la décroissance progressive des contractions. Après avoir injecté 3gr,50 de chloral hydraté dans le rectum d'un chien choréique, nous avons obtenu une série de tracés (fig. 54) dans lesquels on

voit l'amplitude des mouvements décroître peu à peu. On obtient enfin une ligne droite, c'est-à-dire que tout mouvement cesse sans que pour cela les contractions volontaires soient suspendues; si l'on pince l'animal, il crie et s'agite.

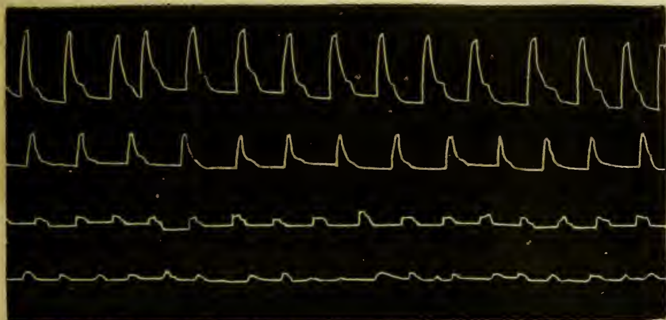


FIG. 54. — Le cylindre fait un tour par minute.

Pour la figure 54, le nombre des mouvements augmente dans les deux derniers tracés à mesure que l'amplitude décroît, mais lorsque l'absorption du chloral est plus avancée, le nombre diminue notablement.

Ainsi, en supprimant le cerveau, on ne fait pas cesser les mouvements choréiques; d'un autre côté, en donnant les anesthésiques, dont l'action se porte plus spécialement sur les cellules sensitives de la moelle, on abolit les mouvements, ce qui laisse déjà supposer que ces cellules ou les nerfs qui en dépendent sont le siége de la maladie.

Sur deux de nos chiens choréiques, dont les mouvements rhythmiques affectaient l'un des membres antérieurs, nous avons mis la moelle à découvert sur une longueur de 2 décimètres, en partant de la troisième vertèbre cervicale. Nous avons noté d'abord qu'après l'opération il y avait un affaiblissement marqué des mouvements qui se rétablissaient

peu à peu par le repos. Si, dans ces conditions, on venait à exciter légèrement les cordons postérieurs en promenant le dos d'un scalpel à leur surface, les contractions devenaient énormes, comme on le voit dans notre figure 55, qu'il faut

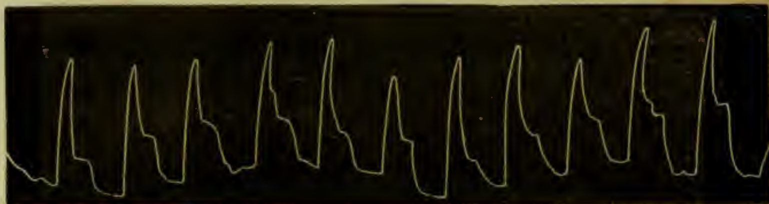


Fig. 55. — Le cylindre fait un tour par minute.

comparer au tracé normal de la figure 49. Peu à peu la moelle exposée à l'air se refroidissait, les mouvements s'affaiblissaient et disparaissaient même entièrement ; pour les rétablir, il suffisait de rabattre les couches musculaires sectionnées et de recouvrir la moelle, mais on obtenait un résultat bien plus prompt et plus marqué en la réchauffant artificiellement au moyen d'éponges imbibées d'eau chaude.

Après ces constatations et divers essais d'électrisation sur lesquels nous reviendrons plus loin, nous avons sectionné les racines postérieures du côté choréique, sur l'un des chiens dont la moelle était séparée du cerveau ; cette expérience a été tentée déjà par M. Bert (*Leçons sur la respiration*), et nous avons obtenu le même résultat, c'est-à-dire que les mouvements rhythmiques n'ont pas disparu (fig. 56); ils avaient notablement diminué d'intensité, la contraction était moins brusque et durait plus longtemps, comme on le voit sur le tracé ; nous devons dire que l'animal était soumis à la respiration artificielle depuis plus d'une heure et se trouvait très-affaibli. Du reste, il importe peu que ces

mouvements soient faibles ; ce qu'il est utile de constater, c'est qu'ils persistent avec leur rhythme habituel après la section des racines postérieures, et que par conséquent ils ne sont point sous l'influence des nerfs périphériques.

Nous avons, sur un autre chien, sectionné la moelle sur la ligne médiane, et les mouvements ont continué ; puis, avec

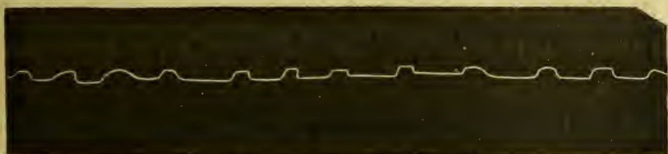


Fig. . 56 — Le cylindre fait un tour par minute.

des ciseaux courbes, nous avons excisé une partie des cornes et des cordons postérieurs; les contractions rhythmiques sont devenues plus faibles, il semblait même qu'elles avaient cessé dans quelques points ; ce n'est qu'en excitant profondément la région postérieure, que nous avons suspendu tous les mouvements choréiques qui dépendaient de la portion de moelle en expérience ; les secousses choréiques n'ont point cessé dans les muscles innervés par le tronçon de moelle demeuré intact.

Il est donc permis d'affirmer que le siége de l'affection choréiforme se trouve dans les cellules nerveuses de la corne postérieure ou dans les filets qui unissent celles-ci aux cellules motrices. Nous verrons que l'expérimentation, au moyen des courants électriques, confirme ces déductions.

Influence des courants électriques sur les mouvements choréiformes.

Nous avons multiplié les expériences au moyen des courants électriques de sources diverses, nous n'insisterons que

sur celles qui ont une importance capitale dans la question qui nous occupe.

Les courants d'induction étant dirigés sur le membre choréique ou mieux encore un des pôles étant appliqué à l'extrémité du membre et l'autre sur le dos de l'animal, il survient une contraction tétanique qui abolit complétement les mouvements rhythmiques lorsque le courant est fort ; avec un courant très-faible, si faible qu'on le supporte sur la langue, on détermine un certain degré de contracture qui, sans abolir complétement les mouvements, les modifie et les rend faibles et irréguliers (fig. 57). La figure 57, qui

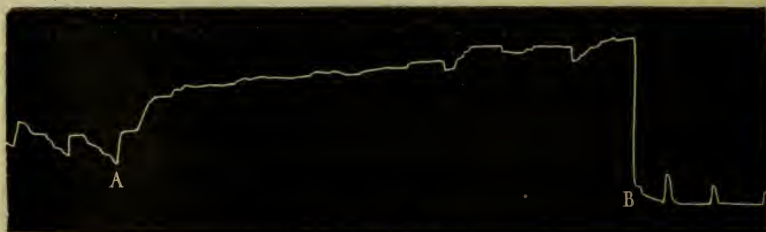


FIG. 57. — Le cylindre fait un tour par minute.

représente imparfaitement ce que nous venons de décrire et ce que nous avons vu plusieurs fois, montre au contraire très-bien que les contractions sont plus faibles après la cessation du courant qu'avant son passage. Nous avons toujours remarqué qu'une série de contractions puissantes ou de convulsions tétaniques des muscles était suivie d'un calme relatif, excepté dans les cas où l'on agit directement sur la moelle, ainsi que nous le dirons bientôt.

Les courants continus appliqués sur le membre choréique nous ont donné, dans tous les cas, une diminution dans l'intensité des contractions. Quelle que fût la direction du

courant, on voyait les mouvements s'affaiblir et en même temps leur fréquence augmentait.

L'électrisation directe ou indirecte de la moelle devait nous donner les résultats les plus intéressants.

Sur nos chiens dont la moelle à découvert était sectionnée transversalement à sa partie supérieure, nous avons cherché d'abord l'influence directe des courants continus fournis par 8 piles Remak; le canal rachidien était ouvert sur une longueur de 2 décimètres dans la région d'où émergeaient les nerfs qui se rendaient au membre choréique; les pôles étaient appliqués aux deux extrémités de la région découverte à la surface de la partie postérieure de la moelle, les rhéophores étaient préalablement placés, et au moyen d'un commutateur on établissait le circuit sans toucher de nouveau à la moelle.

Au commencement du tracé 58, on reconnaît les contrac-

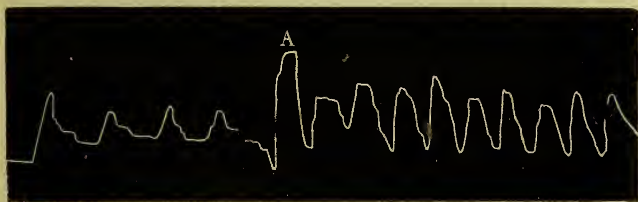


FIG. 58. — Le cylindre fait un tour par minute.

tions normales ; au point A, qui devrait être placé en bas, on fait passer un courant ascendant, c'est-à-dire que le pôle négatif est placé du côté de la section faite près du bulbe, et le pôle positif vers l'extrémité inférieure de la partie ouverte ; immédiatement, les contractions augmentent de nombre et d'intensité, elles durent plus longtemps, ce qui est indiqué par un plateau qui réunit les lignes ascendantes et descendantes ; en outre, il n'y a presque plus de

repos. Dès qu'on interrompt le courant, l'amplitude des oscillations diminue et devient plus faible même qu'avant l'électrisation. Si, à ce moment, on change la direction, on voit (fig. 59) que le courant descendant au point A, après

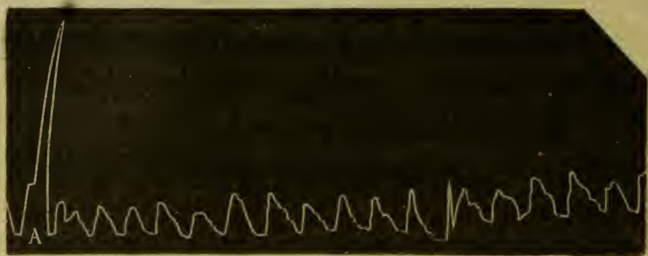


Fig. 59. — Le cylindre fait un tour par minute.

avoir déterminé une brusque secousse, donne des contractions plus faibles; en B, on arrête l'électrisation et les contractions augmentent. En continuant plus longtemps le courant descendant sur la moelle, on remarque toujours la faiblesse et la rareté des mouvements rhythmiques (fig. 60).



Fig. 60. — Le cylindre fait un tour par minute.

Dans ces expériences, nous ne sommes pas arrivés à arrêter complétement les mouvements ; il est vrai que nous n'avons jamais employé plus de 15 piles Remak.

Ainsi, pendant le passage du courant ascendant appliqué à la partie postérieure de la moelle, il y a augmentation des contractions ; à la rupture, on trouve, au contraire, une diminution ; avec le courant descendant, c'est l'inverse.

Nous avons insisté bien des fois sur l'importance de la direction du courant, et nos observations dans ces cas de mouvements choréiques confirment tout ce que nous avons dit à cet égard ; c'est à tort que l'on attribue au contact du pôle positif ou négatif des effets physiologiques différents que l'on doit rapporter au sens du courant. Nous en avons eu la preuve en répétant l'expérience précédente d'une autre façon. Sur le chien dont la moelle était à découvert et sectionnée en haut, nous avons appliqué les pôles non plus directement sur la moelle, mais aux extrémités de l'animal, dans la gueule et dans le rectum, et les modifications du mouvement sont survenues comme dans le cas où l'électricité était portée sur la moelle mise à nu.

Dans le tracé 61, les contractions normales sont faibles ; au point A, on fait passer un courant ascendant par tout le

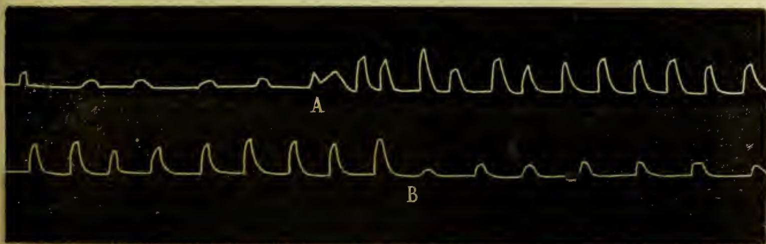


FIG. 61. — Le cylindre fait un tour par minute.

corps de l'animal, l'augmentation du nombre et de l'intensité des mouvements rhythmiques apparaît clairement, l'effet se continue sur la seconde ligne jusqu'en B, où l'on interrompt le circuit. Nous avons répété cette expérience un grand nombre de fois et toujours avec le même succès ; souvent même, lorsque les mouvements s'arrêtaient complétement, soit sous l'influence d'un poison, soit à la suite

de l'affaiblissement progressif de l'animal, nous avons pu, par ce moyen, ranimer la contraction rhythmique.

Dans le tracé 62, un courant descendant appliqué aux extrémités du chien détermine, comme on devait s'y attendre, une diminution notable des mouvements, l'électrisation commence en A et finit en B. On le voit donc, il est

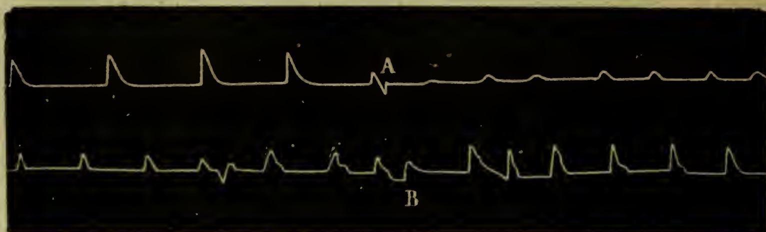


FIG. 62. — Le cylindre fait un tour par minute.

impossible d'admettre ici autre chose que l'influence de la direction du courant, qui agit à la façon du chloral lorsqu'il est descendant, et comme la strychnine lorsqu'il est ascendant.



FIG. 63. — Le cylindre fait un tour par minute.

Pour montrer l'indépendance complète des racines pos-

térieures de la moelle dans les faits que nous venons d'étudier, nous avons sectionné ces racines et nous avons attendu que l'affaiblissement de l'animal fît cesser les contractions; le passage du courant ascendant étant alors établi comme ci-dessus (fig. 63), au point A, nous voyons une brusque ascension succéder à la ligne droite du repos, puis après cette secousse on enregistre des mouvements rhythmiques qui sont faibles à la vérité, mais il faut bien noter qu'on n'observait aucune contraction avant l'électrisation. A l'interruption du courant en B, on constate de nouveau une petite secousse, les mouvements continuent quelque temps, puis ils s'éteignent.

Le tracé suivant (fig. 64) nous montre les effets du cou-



Fig. 64. — Le cylindre fait un tour par minute.

rant descendant dans les mêmes circonstances. L'instrument enregistreur donnait une ligne droite. On électrise en A et après une brusque secousse on a quelques légères contractions plus faibles que dans le précédent tracé, puis une ligne droite qui n'est pas indiquée dans la figure; en cessant l'électrisation, il y a quelquefois de nouveau quelques oscillations et l'immobilité reparaît.

Nous ne voulons point dire cependant que l'excitation des racines postérieures n'ait aucune influence sur l'intensité

de la chorée, nous allons voir le contraire; mais si elle peut modifier le mouvement, elle n'est pour rien dans sa production.

Sur un de nos chiens, dont le canal rachidien est ouvert et qui est sous l'influence d'une légère dose de chloral, nous soulevons une racine postérieure, un mince fil de platine est glissé dessous et un autre placé au-dessus, de façon qu'ils ne se trouvent pas exactement dans le même plan ; on met les fils de platine en rapport avec un appareil d'induction qui donne un courant extrêmement faible. Dès que le courant passe (fig. 65) au point A, il y a une secousse très-

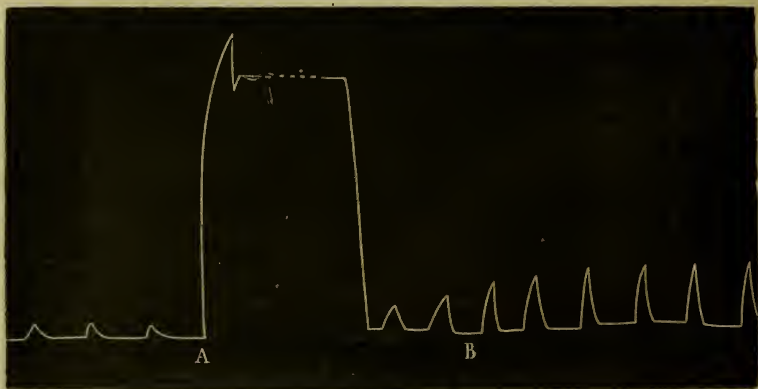


FIG 17. — Le cylindre fait un tour par minute.

vive ; on continue l'excitation pendant un quart de minute ; dans la figure, on a indiqué cette période, dont l'enregistrement donne une ligne droite par une série de points; quand on cesse, le tracé descend au niveau primitif et les oscillations reparaissent; les premières sont déjà plus fortes que celles qui ont précédé l'électrisation, mais elles acquièrent au point D une énergie remarquable. Cette expérience vient ajouter une nouvelle preuve à la localisation de la

chorée dans les cornes postérieures ; l'excitation des racines postérieures se transmet aux cellules sensitives en déterminant une exagération anormale de la fonction.

Nous avons obtenu des résultats analogues en électrisant de la même façon une portion des cordons postérieurs de la moelle.

Pour terminer, nous dirons quelques mots de l'emploi du galvanomètre qui nous apprend peu de chose sur les contractions choréiques. Des aiguilles de platine, placées l'une dans la profondeur et l'autre à la surface des muscles atteints de secousses, ont amené une déviation semblable à celle que nous obtenions sur des muscles au repos ; il est vrai que dans les membres choréiques la contraction et le repos se succédaient si rapidement qu'il était difficile d'avoir une déviation en sens contraire de l'aiguille du galvanomètre au moment de la contraction, en tout cas il n'y avait pas la moindre oscillation. En enfonçant une aiguille dans un muscle choréique et une autre dans un muscle immobile sur le même animal, et mettant en communication les deux aiguilles avec le galvanomètre, la déviation qui survenait semblait indiquer que les muscles choréiques étaient positifs par rapport aux autres.

L'examen microscopique de la moelle de ces chiens ne nous a rien appris sur l'anatomie pathologique de cette singulière affection ; nous avons seulement remarqué que les régions médullaires d'où partaient les nerfs des membres choréiques étaient plus congestionnées, mais nous n'oserions affirmer que c'est là une lésion constante.

Recherches thérapeutiques. — Le premier cas de chorée que nous avons eu l'occasion de traiter chez l'homme est le suivant :

Mlle L., âgée de dix-neuf ans, ouvrière dans la chapellerie, a été prise pour la première fois, au mois d'octobre 1864, de phénomènes choréiques. Cette affection s'est prolongée très-violemment pendant tout l'hiver. Les règles, qui apparaissaient régulièrement depuis un an, cessèrent en même temps, et ne revinrent qu'au printemps, lorsque la chorée eut disparu.

En automne, la chorée reparut très-forte et ne dura que quinze jours. Mais après cette seconde atteinte, la malade éprouva des douleurs musculaires et articulaires, même pendant l'été qui suivit. La chorée revint en hiver, dura quelques jours et disparut tout d'un coup.

Enfin, la quatrième attaque a été la plus forte et la plus persistante; elle a commencé au mois d'octobre 1867, et s'est prolongée jusqu'au mois de février 1868, époque à laquelle nous vîmes la malade. Les mouvements choréiques avaient existé au début dans tous les membres, mais ils s'étaient bientôt localisés dans le bras droit et dans la jambe droite. Le mouvement pour le bras consistait dans un soulèvement brusque de l'avant-bras et surtout dans des mouvements incoordonnés du pouce et de l'index. Dans la jambe, les extenseurs étaient affectés, et le pied se trouvait soulevé et dévié en dehors à chaque instant.

La malade avait déjà subi plusieurs traitements; elle avait pris du bromure de potassium, des bains sulfureux (40 bains), des toniques, etc. Avant de commencer le traitement électrique, nous lui fîmes prendre pendant dix jours 30 grammes de bromure de potassium, sans obtenir le moindre résultat. Nous essayâmes alors l'emploi des courants continus, et pour électriser en même temps toutes les parties affectées, nous plaçâmes un des pôles dans la main droite et l'autre sur le pied droit. Croyant fermement que le courant descendant ou centrifuge devait être employé dans ce cas, car il est calmant, nous mettions dans la main le pôle positif et près du pied le pôle négatif. Nous avions ainsi un courant allant du bras à la jambe, et par conséquent ascendant pour le bras seulement, et descendant pour la moelle et la jambe. Au bout de quatre séances, le bras était complétement guéri, et les mouvements choréiques n'existaient plus que dans la jambe. Les séances suivantes, nous mettions un pôle sur la partie lombaire de la moelle et l'autre sur les nerfs sciatiques, et comme nous étions toujours persuadé que nous devions agir avec le courant qui, d'après nos recherches, diminuait et empêchait même les actions réflexes, nous nous servions constamment d'un courant descendant. Au bout de six séances de ce mode d'électrisation, ne voyant aucun changement, et comparant ce résultat peu satisfaisant avec le

succès que nous avions obtenu du côté du bras, où nous avions été obligé d'employer un courant ascendant, nous fîmes passer sur le nerf sciatique un courant ascendant, et, fait remarquable, au bout de deux séances, la jambe fut également complétement guérie. La malade reprit son travail, et, depuis cette époque, la guérison s'est maintenue.

Les courants employés étaient de force moyenne et le minimum d'application de quinze minutes. En moyenne, la durée de l'électrisation était de vingt-cinq à trente minutes.

Ce qui, à notre avis, rend cette observation instructive, c'est que nous avions été conduit par des idées purement théoriques, à employer dans le commencement du traitement un procédé défectueux, ou, tout au moins, moins efficace. Croyant, avec la plupart des médecins, que dans la chorée il fallait chercher à modérer les centres nerveux, nous avions employé avec persistance un courant descendant qui a la propriété d'empêcher ou tout au moins de diminuer les actions réflexes.

Le hasard presque nous a forcé de reconnaître notre erreur, et nous avons pu constater ainsi que le courant qui agissait avec le plus de succès dans certains cas de chorée était celui qui, au contraire, augmentait l'excitabilité de la moelle.

Mlle C..., âgée de onze ans, est atteinte de chorée depuis deux ans et demi. Pas de maladie antérieure. Pas de rhumatisme. Les mouvements choréiques, au lieu d'apparaître en automne ou en hiver, comme c'est la règle, apparaissent au printemps et cessent en automne. La première attaque choréique a eu lieu au commencement du mois de février 1867, elle s'est prolongée jusqu'à la fin du mois d'août. La seconde attaque a eu lieu à la fin du mois de février 1868, et a également duré tout l'été. La dernière, enfin, a commencé au mois d'avril 1869. La malade a été traitée successivement par les bains sulfureux, le bromure de potassium, l'arsenic, l'hydrothérapie.

Les mouvements choréiques existent très-forts dans tous les membres, mais ils sont plus prononcés dans les membres du côté droit ; la marche est très-difficile et ne peut être longtemps prolongée ; la parole est embarrassée, et quelquefois même impossible, etc.

A la première séance d'électrisation, nous appliquâmes un courant de 20 éléments Remak sur la colonne vertébrale; durée 15 minutes. Courant ascendant. L'état reste le même pendant l'électrisation et après l'électrisation.

Il y a, vers le soir, un peu plus d'agitation.

Le surlendemain, pendant la seconde séance, les mouvements choréiques se calment au moment de l'électrisation; mais ils paraissent plus prononcés aussitôt après, et la malade, pendant toute la soirée, est très-agitée, plus agitée même qu'avant le traitement. La nuit est bonne, et le lendemain matin la malade est très-calme; les mouvements choréiques ont beaucoup diminué, la marche devient plus facile, la parole plus aisée.

Pendant la troisième séance, les mouvements choréiques sont fort peu prononcés, mais ils reviennent très-énergiques quelques heures après l'électrisation, et disparaissent de nouveau le lendemain matin. La mère elle-même fait la remarque qu'après chaque séance sa fille paraît plus agitée, mais que, l'agitation passée, elle paraît presque guérie.

Pendant la quatrième séance, nous employâmes un courant descendant, appliqué également sur la colonne vertébrale. Pas ou presque pas de mouvements choréiques pendant la séance; la malade est calme le restant de la journée, mais le lendemain l'état est moins bon.

Cinquième séance : courant ascendant. Absence de mouvements choréiques pendant l'électrisation; mais, quelques heures après, les mouvements choréiques reparaissent dans tous les membres, et augmentent encore d'énergie le lendemain.

A partir de ce moment, nous employâmes de nouveau le courant ascendant; 25 éléments; durée, 20 à 25 minutes. Au bout de sept séances d'électrisation de ce genre, la malade est rétablie; il n'y a plus que très-rarement quelques soubresauts musculaires, mais les mouvements sont coordonnés, la marche est facile et la parole est complétement revenue. L'agitation qui suivait l'application des courants ascendants n'existe plus, et l'enfant reste calme pendant et après l'électrisation.

Dans l'observation suivante, nous avons également con-

staté une sorte de recrudescence quelques heures après l'application d'un courant ascendant ; mais le lendemain, l'état de la malade était beaucoup amélioré, et la guérison dans ce cas fut très-rapide, malgré l'intensité de la maladie.

M[lle] F..., âgée de seize ans, blanchisseuse, a été prise d'une frayeur très-grande pendant l'époque de ses règles. Les menstrues ont été supprimées immédiatement et n'ont pas reparu depuis.

Quelques jours après surviennent des étouffements, des crises nerveuses, et tous les symptômes qui caractérisent l'hystérie. Les symptômes disparaissent peu à peu, mais deux mois après surviennent des douleurs dans les deux genoux et des mouvements incoordonnés de tous les membres. En même temps, la malade ne peut plus marcher que très-difficilement et a la jambe embarrassée.

Ces phénomènes augmentent de jour en jour, et lorsque nous commençâmes le traitement par le courant continu, la malade ne pouvait plus saisir aucun objet ; elle laisse tomber ceux qu'on lui met entre les mains. Tous les muscles de la face présentent des contractions irrégulières ; les lèvres remuent constamment ; la langue est projetée subitement en avant ; toute la tête est par moment entraînée à droite et à gauche. Les muscles de l'épaule et du bras accentuent les mouvements les plus irréguliers ; les membres inférieurs sont moins affectés.

Première séance : électrisation de la moelle avec courant ascendant de dix éléments ; durée, 15 minutes. Pas d'effet appréciable.

Deuxième séance : Même application. Le soir, un peu plus d'excitation, mais le lendemain l'état général est meilleur.

A la troisième séance, nous augmentons l'intensité du courant, et, quelques heures après, tous les symptômes paraissent aggravés ; la marche devient impossible, la parole, qui était très-embarrassée, s'est presque éteinte. Le sommeil arriva plus tard que les autres jours ; mais le lendemain tous ces symptômes avaient disparu en grande partie. Nous continuâmes, malgré cela, le même traitement. L'excitation fut très-faible et de courte durée après la quatrième séance. Le cinquième jour, la parole et la marche étaient complétement rétablies, les mouvements moins violents, et au bout de douze séances la guérison fut complète.

Nous devons à l'obligeance de M. le docteur Ordenstein,

l'observation suivante, qui est très-intéressante, surtout comme concordance du rhumatisme articulaire et de la chorée.

Mlle G. S..., âgée de dix ans, sans maladie antérieure, d'une très-forte constitution et née de parents parfaitement sains, fut prise, le 4 juin 1868, d'un rhumatisme articulaire. L'affection débuta par le poignet de la main droite et s'étendit rapidement dans plusieurs autres articulations; les deux épaules et les deux genoux furent pris, mais l'arthrite la plus douloureuse et la plus opiniâtre fut celle de l'articulation tibio-tarsienne du côté droit.

Au bout de huit jours apparurent des phénomènes cardiaques très-prononcés : souffle très-rude mais superficiel au premier temps, fièvre très-vive, inappétence, etc. Traitement : sulfate de quinine.

Tous ces phénomènes s'amendèrent, mais, à leur déclin, le 22 juin, apparut le premier symptôme choréique, consistant dans des projections de la langue et dans de légères grimaces de la figure. Les muscles de la face, du côté droit surtout, étaient le siége de contractions involontaires et incoordonnées. A ces symptômes vinrent s'ajouter très-rapidement des mouvements choréiques de tous les membres. La marche devient impossible, l'enfant ne peut plus porter les aliments à la bouche, elle ne peut ni donner la main ni saisir un objet. Les membres supérieurs, et principalement le bras droit, sont incessamment portés dans tous les sens. Les douleurs articulaires ont complétement disparu, mais le souffle cardiaque persiste. C'est dans ces conditions que M. le docteur Ordenstein nous prie d'employer les courants continus pour le traitement de la chorée. Nous appliquâmes un courant de quinze éléments Remak (courant ascendant) sur la colonne vertébrale, et également pendant quelques minutes sur le bras droit. Au bout de la troisième séance, l'enfant put marcher et se servir plus facilement de ses mains. Au bout de sept séances, c'est-à-dire dix jours après le commencement du traitement, l'enfant était rétablie; il ne lui restait qu'une faible inclinaison de la tête, du côté gauche, simulant un léger torticolis et qui disparut bientôt. La guérison s'est complétement maintenue, et il n'y a eu aucune récidive.

Nous voyons, d'après ces observations faites avant nos recherches physiologiques, que, pendant l'application du

courant descendant, les malades sont plus calmes, tandis qu'avec le courant ascendant ils sont plus excités, et qu'il y a quelque temps après les séances une recrudescence des mouvements choréiques. Ces faits concordent exactement avec ce que nous avons vu dans les expériences sur les animaux, et ils ont d'autant plus d'importance qu'ils ont été observés à des époques différentes et sans idée préconçue.

Ce qui est plus difficile à expliquer, c'est justement dans ces cas l'avantage de l'emploi du courant ascendant; il semble que le contraire devrait avoir lieu.

M. Duchenne, dans un travail récent (1), s'exprime ainsi : « Est-il bien démontré, comme l'affirme M. Onimus, que le courant continu ascendant ait sur le courant descendant l'avantage de guérir la chorée? Il m'a semblé que la contre-épreuve expérimentale était ici nécessaire. Je viens de la faire; on en va voir le résultat dans l'observation suivante, exposée en résumé. »

« L'occasion de faire cette contre-épreuve, chez un jeune garçon atteint d'une chorée depuis cinq mois, s'est justement présentée le jour où la découverte de cette curieuse propriété thérapeutique du courant ascendant était annoncée par M. Onimus, dans la *Gazette des hôpitaux*. J'ai fait passer le courant descendant continu de 30 éléments de ma pile au sulfate de plomb, pendant 5 à 6 minutes, dans chacun des membres agités par des contractions choréiques, en plongeant alternativement les mains dans une cuvette remplie d'eau en rapport avec le pôle négatif, et en plaçant l'autre rhéophore (positif) dans un point correspondant à l'origine du plexus brachial. Après la deuxième séance, l'agitation des membres supérieurs avait notablement diminué. Je fis alors passer un courant descendant dans les membres inférieurs et (suivant la direction de la moelle) dans le tronc, qui était le siége de quelques contractions

(1) *Examen critique des principales méthodes d'électrisation*. 1870. (Extrait de l'*Électrisation localisée*.)

convulsives isolées. A dater de ce moment, l'amélioration a été progressive; après quatorze séances, le jeune choréique paraissait guéri. »

« Il est possible et même probable qu'un plus ou moins grand nombre des guérisons de chorée, obtenues par d'autres observateurs, l'aient été également par le courant continu descendant. Mais le fait qui m'est personnel, fût-il seul, prouve, contrairement à l'assertion de M. Onimus, que le courant continu descendant possède, de même que le courant ascendant, le pouvoir de guérir la chorée. »

Nous n'avons jamais soutenu que le courant ascendant seul parvenait à guérir la chorée, mais nous avons dit que dans les cas que nous avons observés, et contrairement à ce que nous supposions, ce courant nous a donné de meilleurs résultats que le courant descendant.

D'ailleurs, il faut bien le remarquer, les cas que nous avons eu à soigner, et surtout le premier, sont des cas assez rebelles et chez lesquels le bromure de potassium avait plutôt fait empirer la maladie. En est-il de même de celui de M. Duchenne? D'un autre côté, n'est-il pas remarquable que certains cas de chorée cèdent à l'emploi de médicaments hyposthénisants, tandis que d'autres guérissent par une médication tout opposée? Il est curieux de voir que le médicament qui excite le plus les centres nerveux et le courant électrique qui possède également cette propriété soient les agents les plus efficaces dans le traitement de certains cas de chorée. La strychnine a été préconisée dans cette affection, et Trousseau la prescrivait très-souvent et en a obtenu de bons résultats.

Nous pouvons ajouter que Benedick a également observé que, dans la chorée, il était plus avantageux d'employer le

courant ascendant, et il recommande d'électriser la moelle avec un faible courant ascendant.

Dans cette affection, de même que dans toutes celles que nous pouvons passer en revue, serait-ce même dans les névralgies et les affections hystériques, nous n'avons pas la prétention de poser des lois immuables, et nous ne doutons pas que, selon les personnes, les appareils, etc., on puisse souvent obtenir de bons résultats en donnant aux courants des directions opposées à celles que nous recommandons. Nous indiquons les méthodes qui nous ont le mieux réussi et celles qui semblent les plus logiques, afin que d'autres puissent en profiter; mais ici, comme dans tous les traitements, il y a toujours des conditions spéciales dont le médecin, selon chaque cas, doit tenir compte.

Ainsi, dans la chorée chez les femmes enceintes, dont nous soignons dans ce moment un cas, nous nous départissons complétement des règles ci-dessus, car l'électrisation de la moelle entière pourrait amener des accidents du côté de l'utérus.

Épilepsie.

Dans les premières années où l'électricité fut découverte, dans toutes les parties de l'Europe, on crut immédiatement avoir découvert la panacée universelle, et les médecins s'appliquèrent aussitôt à l'employer dans les affections reconnues incurables jusqu'alors. Si l'on se reporte à cette époque, et si l'on parcourt la quantité d'écrits et d'observations qui se firent dans les principales universités, on est frappé de l'enthousiasme et de l'émulation qui existaient sous ce rapport. On avait trouvé le secret de la vie, on guérissait les surdités invétérées, les amauroses, l'épilepsie, etc.,

et au lieu de se maintenir dans un cadre plus modeste, de chercher à réveiller la vitalité plus ou moins éteinte des muscles et des nerfs, les médecins sérieux comme les charlatans ne cherchaient qu'à appliquer l'électricité dans les maladies les plus rebelles et dans les cas où tous les autres traitements échouaient complétement.

La conséquence naturelle de cette tendance fut qu'au bout de quelque temps les observateurs honnêtes reconnurent que l'électricité, pas plus qu'aucun autre traitement, ne pouvait guérir les atrophies complètes du nerf auditif, du nerf optique, ni certaines paralysies, ni l'épilepsie ; et l'électrothérapie tomba dans une défaveur d'autant plus grande que les charlatans continuèrent à s'en servir, à crier leurs succès et à exploiter les idées mystiques. Il n'y a pas de maladies qu'ils ne guérissent, et alors, comme aujourd'hui, ils ne doutent de rien et le persuadent même quelque temps au public.

La déconsidération dans laquelle est tombée l'électrothérapie se ressent encore de ces guérisseurs à tout prix, et tous ceux qui actuellement osent affirmer que ce mode de traitement a son utilité et qu'appliqué scientifiquement il est un des moyens les plus puissants de la thérapeutique, doivent être reconnaissants aux savants qui, quelque temps plus tard, relevèrent ces études de la déconsidération dans laquelle elles étaient tombées. C'est un hommage que nous devons à Magendie, Becquerel, Duchenne. Ce dernier savant surtout, qui, sans titre officiel, a su maintenir et honorer cette spécialité (selon une expression qui, dans ces conditions, est des plus honorables), a rendu la tâche plus facile à ses successeurs.

Comme le disait Biot, il ne faut jamais ni trop abaisser ni

trop élever une science, car, dans ce dernier cas, on s'en désabuse et on la rabaisse au-dessous de son véritable prix.

Il ne manque pas d'observations d'épilepsie guéries par l'électricité, mais elles n'ont aucune valeur scientifique. Ce qui peut être vrai, ce qui même est vrai, c'est que, pendant le cours du traitement, il y a souvent absence d'attaques épileptiques, ou un plus grand intervalle entre les attaques, mais c'est là une action momentanée et non durable.

On comprend en effet que l'épilepsie, qui est une action réflexe (Brown-Sequard) en un changement momentané de la circulation spino-bulbaire (Sée), puisse être modifiée par les courants continus. Nous avons essayé ce traitement dans quatre cas d'épilepsie bien déterminés, et nous avons en effet obtenu un peu d'amélioration. Mais cette amélioration n'est pas notable, et le bromure de potassium a toujours donné de meilleurs résultats.

Dans un seul cas, où les attaques épileptiformes étaient très-faibles (petit mal), nous avons vu échouer le bromure de potassium, tandis que les courants continus ont paru agir plus efficacement.

M[lle] L. R..., âgée de treize ans, a depuis bien des années de petites attaques, pendant lesquelles elle perd connaissance; il n'y a ni écume à la bouche, ni convulsions, et le seul symptôme manifesté c'est une crispation de la main gauche qui se ferme complétement. Ces attaques durent à peine deux ou trois minutes, et souvent même beaucoup moins. Elle dit sentir le commencement de l'attaque, et avoir alors des mouvements incoordonnés dans la main gauche. Le bromure de potassium pris même à haute dose ne détermine aucune modification. Les courants continus employés en électrisant le sympathique et les régions avoisinantes du bulbe amènent un peu d'amélioration.

Catalepsie.

La catalepsie est sans contredit une des affections où l'électrisation, si elle n'est pas toujours un moyen curatif complet, est dans tous les cas d'une incontestable utilité pour faire sortir le malade de l'état léthargique dans lequel il se trouve.

On peut pour cela employer, soit les courants induits, soit les courants continus.

Les courants induits doivent être employés, soit pour faire contracter les muscles de la respiration et déterminer ainsi une sorte de respiration artificielle, soit comme excitant général.

Les courants continus doivent être appliqués directement sur les centres nerveux. M. Benedick, dans un cas qu'il a observé récemment (1), a d'abord essayé la faradisation des membres supérieurs, du visage, du larynx, et le lendemain il constata une légère amélioration. Puis il employa un courant continu qu'il appliqua sur la moelle et sur les muscles.

Le quatrième jour, la malade put parler facilement et marcher, et faire mouvoir tous ses membres.

Dans le *Journal de Hufeland*, on trouve la relation d'un cas de léthargie compliquée de catalepsie, et remontant à quatre mois, développée chez une jeune fille de onze ans. La guérison fut obtenue au bout de trois séances d'une heure chacune avec des courants de la pile.

On peut sous certains rapports comparer la catalepsie aux phénomènes que présentent les animaux hibernants; et

(1) Wiener, *Medicinische Presse*. 1869, N° 17.

nous avons vu, chez des animaux en hibernation complète, les courants continus accélérer aussitôt les mouvements du thorax et du cœur et réveiller l'animal au bout de quelques minutes. De plus, ces animaux, quoique nous agissions au milieu de l'hiver, ne se sont plus rendormis. Ces expériences démontrent bien l'influence que les courants continus peuvent avoir dans les cas de catalepsie ou de léthargie.

Ces courants peuvent également être utilisés lorsqu'on veut constater la mort réelle, car lorsque leur action ne détermine plus aucune contraction musculaire, c'est que la vie générale a cessé depuis plusieurs heures.

Chez une jeune femme morte subitement quinze jours après avoir accouché (probablement à la suite d'une embolie), les parents avaient été tellement surpris de ce malheur si imprévu et si prompt, d'autant plus que l'état général avait été très-satisfaisant, qu'ils ne purent croire à une mort réelle et voulurent que l'on employât l'électricité pour bien s'assurer de la vitalité des organes. M. le docteur Guéniot nous fit prier de faire ces recherches, et six heures après la mort, nous pûmes constater que sur aucun des muscles les courants induits, même très-forts, ne pouvaient déterminer la moindre contraction. Sur les muscles du cou et sur ceux du thorax, les courants continus (36 éléments chlorure d'argent) furent également sans effet ; mais sur les muscles de la face et principalement sur le frontal et sur les muscles des paupières, ils déterminèrent des contractions encore très-énergiques. Ce fait est important, non-seulement au point de vue de la différence de contractilité des muscles sous l'influence des divers courants, mais encore comme signe ultime de la vitalité des tissus. C'est là sans contredit un des moyens les plus certains pour la constatation de la

mort réelle. On peut en effet affirmer que, lorsque les courants de la pile ne donnent plus de contraction, on est en présence d'un cadavre, et qu'il est impossible de le ramener à la vie.

Tétanos.

Les courants continus, d'après des expériences faites sur les animaux, ont toujours été considérés comme pouvant être utiles dans le tétanos. Nous avons déjà indiqué, dans les recherches physiologiques sur le système nerveux, qu'ils avaient été employés par Matteucci. Selon les ouvrages consultés, nous avons trouvé que ce savant les avait employés sous forme de courant ascendant allant des pieds à la moelle, ou sous forme de courant descendant allant de la moelle aux membres. Il est donc probable, quoique nous ne puissions rien dire de bien exact à ce sujet, que Matteucci les a employés dans deux cas de tétanos. Il n'a point obtenu de guérison, mais un grand soulagement dans les douleurs.

Nous ne croyons pas qu'il existe dans la science jusqu'à présent un seul cas de tétanos guéri par les courants continus. Aussi croyons-nous utile de donner *in extenso* l'observation suivante, où, avec MM. les docteurs Dubreuil et Lavaux, nous avons obtenu une guérison complète de tétanos traumatique par l'emploi du chloral et des courants continus.

Le nommé Christophe Strasser, âgé de trente ans, ouvrier dans une scierie mécanique, a été blessé le 16 février 1870, à dix heures du matin, par une scie circulaire qui a atteint la main gauche et lui a ouvert l'articulation de la première avec la deuxième phalange du pouce; l'index a été légèrement atteint à la partie interne.

Le même jour, le blessé se rend chez un pharmacien du voisinage qui lui fait un pansement simple avec un onguent et un peu de charpie; il

conseille en outre au blessé de prendre tous les matins un bain de main d'une demi-heure-dans de l'eau de camomille; il paraît que, depuis, ce pansement aurait été changé et que l'on aurait versé sur la plaie une substance irritante qui aurait occasionné une assez vive douleur.

Pendant les dix jours qui suivirent l'accident, le blessé ne ressentit qu'une légère douleur au niveau de la blessure ; il restait levé, le bras en écharpe, mangeait et buvait comme à l'ordinaire; il dit n'avoir pas eu de fièvre.

Le samedi 26 février, en se réveillant, il s'aperçut qu'il ne pouvait que difficilement ouvrir la mâchoire ; il se plaignait en même temps de douleurs dans le dos, le long de la colonne vertébrale. Toutefois, comme il était plus préoccupé de la blessure que du reste, il ne s'alite pas.

Le dimanche 27 et le lundi 28 février, la raideur augmente, mais sans grande douleur; il éprouve de la fièvre et une grande fatigue dans tous les membres. Il consulte un médecin qui lui fait faire une friction narcotique le long de la colonne vertébrale et lui prescrit une potion avec 50 centigrammes de calomel.

Le mercredi 2 mars, le malade, continuant à souffrir, appelle le docteur Lavaux, médecin du bureau de bienfaisance, qui voit le blessé le mercredi, à cinq heures du soir. A son arrivée, il le trouva debout, le bras en écharpe; il constate l'existence des lésions rapportées plus haut, l'articulation du pouce est ouverte, la deuxième phalange est presque détachée, la plaie, qui a été pansée avec un corps irritant, est rouge, sèche, et ne suppure presque pas.

Le blessé dit que depuis trois jours il ne peut ouvrir la bouche et qu'il éprouve de la raideur et de la douleur le long de la colonne vertébrale et derrière le sternum. Les muscles de la région temporo-maxillaire, ainsi que les sterno-mastoïdiens, sont contracturés, les muscles de la région antérieure de la poitrine et du ventre sont également dans un état de contraction permanente.

Les muscles des membres thoraciques, ceux des jambes et du dos sont souples. Le blessé, au moment de l'examen, éprouve une fièvre très-intense, 120 pulsations par minute. Sueurs profuses. Le docteur Lavaux fait immédiatement coucher le blessé et examine avec le plus grand soin la blessure, afin de voir s'il ne resterait pas quelque éclat de bois ou d'os que l'on pût retirer. Cet examen ne révélant la présence d'aucun corps irritant, il fait recouvrir sur toute la main un large cataplasme. Prescription : — 4 grammes de bromure de potassium et 4 centigrammes d'extrait de belladone. Infusion chaude de chiendent,

avec recommandation de bien couvrir le blessé, afin de favoriser la transpiration.

Le soir même, le docteur Lavaux fit appeler en consultation M. le docteur Dubreuil.

Ces médecins prescrivirent le chloral, médicament qui avait déjà donné des succès dans deux cas analogues, et observés par Langenbeck et Verneuil.

A neuf heures, la fièvre est toujours aussi vive, 120 pulsations par minute; sueurs profuses; le malade n'éprouve que de la raideur sans douleur appréciable dans les muscles contracteurs; l'intelligence est nette et bien conservée.

Le docteur Lavaux injecte par la méthode hypodermique un gramme de chloral.

Le jeudi matin 3 mars, M. Dubreuil enlève un segment de la deuxième phalange, qui ne tenait plus que légèrement aux téguments. La fièvre a continué. Pouls, 120 pulsations. Sueurs profuses. Contractures des muscles de la région antérieure; trismus. Respiration abdominale. Potion avec 6 grammes de chloral et 4 pilules de 5 centigrammes de poudre de digitale.

Le jeudi soir 9 mars, à huit heures, le pouls est tombé à 92 pulsations, les sueurs ont un peu diminué, la contracture musculaire persiste, la respiration continue à être abdominale. Le malade n'ayant pas été à la selle depuis deux jours, on ordonne l'administration d'un lavement huileux qui est suivi d'évacuation.

Vendredi 4 mars, à huit heures du matin, le pouls est à 92. La contracture des muscles de la région antérieure de la poitrine et de l'abdomen persiste, ceux des membres thoraciques et pelviens sont souples; les muscles du cou sont un peu moins contracturés que la veille, le malade ouvre un peu plus la bouche.

L'administration de la digitale est supprimée et nous ordonnons une potion avec 8 grammes de chloral à prendre dans les vingt-quatre heures, bouillons et tisane de chiendent.

Le vendredi, à midi, le pouls est à 84, la contracture tonique des muscles de la région antérieure du corps persiste, mais elle ne paraît pas avoir fait de progrès depuis la veille, le malade n'éprouve aucune douleur ni aucune secousse tétanique, il se plaint seulement d'être cassé en deux lorsqu'on l'aide à se mouvoir dans le lit.

Vendredi, à onze heures du soir, le pouls est à 84, comme à midi; il y a moins de sueurs, le malade est continuellement assoupi, état qui

dure depuis le commencement de l'administration du chloral; il a eu, paraît-il, un peu de délire dans la soirée, il voulait se lever et aller à son travail.

La contracture des muscles de la poitrine et de l'abdomen persiste; celle des sterno-mastoïdiens est un peu diminuée. C'est à ce moment que MM. Dubreuil et Lavaux nous prient de nous joindre à eux pour appliquer des courants continus.

Le samedi 5 mars, à dix heures du matin, nous nous rendîmes chez le malade. A notre arrivée, les muscles de la région antérieure du cou sterno-mastoïdiens, scalènes, ceux de la poitrine et de l'abdomen sont fortement contracturés; la respiration est purement abdominale. Nous appliquons pendant trois quarts d'heure le courant continu descendant sur la colonne vertébrale, et nous obtenons presque immédiatement la résolution des muscles contracturés ; la respiration qui n'était qu'abdominale devient thoracique.

Le pouls, avant et après l'électrisation, est à 84.

5 grammes de chloral pour quatorze heures, bouillons et potages.

A six heures du soir, nous revenons voir le malade.

La contracture musculaire s'est reproduite surtout dans les muscles de l'abdomen et de la poitrine; les muscles de la région du cou sont un peu plus souples que lors de la première application de l'électricité.

Au moment où nous découvrons le malade, en touchant légèrement les muscles du ventre, nous provoquons une secousse tétanique avec contraction momentanée; cette secousse ne s'est pas reproduite pendant l'électrisation.

Nous appliquons le courant pendant une demi-heure le long de la colonne vertébrale; une application directe est également faite pendant vingt minutes sur les muscles thoraciques. Au bout de trois quarts d'heure, la résolution musculaire est obtenue. Le pouls, avant et après l'opération, reste à 76. Le malade n'allant pas à la selle depuis la veille, on ordonne un lavement simple. A dix heures et demie du soir, le pouls est toujours à 76; vingt-quatre respirations par minute. Pas de sueurs. Le malade ne se plaint d'aucune douleur, mais la contracture de tous les muscles de la région antérieure de la poitrine et de l'abdomen s'est reproduite, il n'existe aucune contracture des muscles des bras et des jambes. Ceux du cou sont un peu plus souples que le matin.

Le malade est soumis pendant trois quarts d'heure à l'application du courant continu sur la colonne vertébrale; la résolution est obtenue encore une fois et la respiration *soulève les côtes.*

Dimanche 6 mars, à dix heures du matin. La nuit a été bonne, le malade, qui est toujours somnolent depuis l'administration du chloral, n'a pas eu de secousses tétaniques, les muscles de la mâchoire sont moins contracturés, la langue sort plus facilement de la bouche, les muscles du cou sont souples, ceux de la poitrine et l'abdomen sont toujours contracturés. Pas de contracture des membres.

La plaie du doigt est en bon état, la suppuration s'effectue bien, on continue l'application des cataplasmes. Pouls, 76 pulsations.

Il y a eu une évacuation à la suite du lavement administré la veille. Nouvelle application du courant continu sur la colonne vertébrale; toujours même courant descendant. La résolution des muscles contracturés est obtenue, le malade ouvre la bouche un peu plus que la veille, il peut introduire la première phalange de l'index entre les dents.

Le malade est dans un état de somnolence presque continue.

Nouvelle potion avec 5 grammes de chloral.

Le dimanche 6 mars, à onze heures du soir, le malade est de nouveau soumis pendant une heure à l'application du courant électrique appliqué sur la colonne vertébrale. Soixante pulsations avant et après l'électrisation; vingt-quatre respirations par minute. Le malade est dans un état de somnolence continue, il ne se plaint d'aucune douleur lorsqu'il reste immobile; s'il se retourne dans le lit, il dit qu'il lui semble que son corps est cassé en deux au niveau de la base de la poitrine. Au bout d'une heure d'électrisation, la résolution musculaire est obtenue, mais cet état ne persiste pas longtemps. Lorsque le malade se retourne dans le lit, les muscles se contracturent de nouveau, toutefois ceux de la région du cou sont actuellement beaucoup plus souples qu'au début de la maladie. Légère épistaxis dans le courant de la journée.

Le lundi 7 mars, à huit heures du matin, le malade a dormi toute la nuit. Le pouls est encore à 60 et reste le même après la séance d'électrisation qui est prolongée pendant une heure. Vingt-quatre respirations par minute.

La résolution est obtenue facilement, mais ne persiste que peu de minutes après l'électrisation, environ un quart d'heure. Cependant les muscles du cou demeurent souples relativement à leur état antérieur, le malade peut ouvrir plus largement la bouche. Potion avec 5 grammes de chloral.

7 mars, à cinq heures, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont toujours contracturés, ceux de la région du cou conservent une certaine souplesse, le malade est dans un état continuel de somnolence;

il ne se plaint que lorsqu'il est obligé de faire un mouvement dans le lit, il éprouve la sensation qu'il nous a déjà décrite : il lui semble qu'il est cassé en deux.

Il a éprouvé quelques nausées dans la journée, mais elles n'ont pas été suivies de vomissements.

L'application du courant fait cesser la contracture des muscles de la poitrine et de l'abdomen ; la respiration, qui est toujours abdominale depuis le commencement de la maladie, se fait également par les muscles de la poitrine, le courant est maintenu sur la colonne vertébrale pendant une heure et demie. Le malade a eu deux évacuations naturelles dans la matinée.

A onze heures du soir, la contracture musculaire s'est reproduite dans les muscles de la poitrine et de l'abdomen ; le malade est soumis à une nouvelle électrisation pendant une heure et demie. Le pouls examiné avant et après est à 60.

Depuis le commencement de la maladie, l'alimentation a consisté en bouillons, potages, eau rougie.

Mardi 8 mars, midi, le malade est agité depuis six heures du matin ; il veut se lever, demande du vin, etc. Cette agitation a duré jusques vers midi. Le trismus persiste, les muscles du cou sont mous et relâchés, ceux de la poitrine et de l'abdomen sont de nouveau contracturés. Le pouls est à 64.

Le malade est soumis à l'application du courant continu appliqué sur la colonne vertébrale pendant trois quarts d'heure, la résolution des muscles est obtenue. Le pouls, après la séance, est encore à 64.

Potion : 6 grammes de chloral.

Il paraît que, quelques instants après la séance d'électrisation, le malade a été très-agité ; les muscles du cou, qui, relativement à ceux de la poitrine et de l'abdomen, étaient souples, ont été contracturés de nouveau ; le malade était très-gêné pour respirer.

A quatre heures, il a été soumis à une nouvelle séance d'électrisation pendant une heure et demie. A dix heures et demie du soir, le pouls est à 60. Tous les muscles sont dans le relâchement ; il est somnolent. On suspend l'électrisation, la potion au chloral est toujours continuée. Le sommeil a été paisible jusques vers une heure et demie du matin.

A ce moment, les parents nous racontent que le malade s'est réveillé en sursaut, il a étendu convulsivement les bras et les jambes ; le malade aurait, paraît-il, été dans un état de mort apparente pendant un instant. La face était pâle, il ne respirait plus, le pouls était très-lent et inter-

mittent; cet état de syncope se serait reproduit cinq fois environ à un quart d'heure de distance, puis le malade serait retombé dans le sommeil. A cinq heures du matin, il était calme.

Mercredi 9 mars, huit heures du matin. Les muscles sont souples, il n'y a de contracture que lorsque le malade s'agite dans le lit. Pouls 60. Potion : 6 grammes chloral. Potages et bouillons.

Mercredi 9 mars, cinq heures du soir. Les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont toujours relâchés et souples, ils ne se contractent que momentanément lorsque le malade fait quelques mouvements dans le lit. Les parents nous racontent que vers trois heures de l'après-midi, il y a encore eu une syncope qui n'a duré que quelques secondes. Lorsque nous invitons le malade à ouvrir la bouche, il ne peut le faire qu'incomplétement. Toutefois il y a une légère amélioration : il peut introduire la deuxième phalange du pouce entre les incisives, mais par moment seulement. On suspend tout traitement électrique, la potion au chloral est continuée. Le malade a toujours uriné facilement. L'urine, examinée à l'aide des réactifs, ne renferme ni sucre ni albumine.

Jeudi 10 mars, à huit heures du matin. Pouls 62.

Le malade a passé une très-bonne nuit. Respiration calme et paisible; les muscles sont souples et relâchés; il n'a pas été soumis au traitement électrique depuis le mardi 8 mars, à 4 heures. La plaie du doigt est en bon état et commence à bourgeonner. On continue les cataplasmes.

Potion avec 6 grammes de chloral; trois potages et bouillons.

Jeudi, 11 heures du soir. Pouls 64. Les muscles du cou, de la poitrine et l'abdomen sont souples comme dans l'état normal, le trismus persiste toujours ; par moment le malade ne peut desserrer les dents. La matinée a été tranquille.

Sommeil jusqu'à midi. De midi à trois heures, légère agitation, le malade a voulu se lever; à quatre heures, il refuse le potage qu'on lui offre, continue à prendre la potion au chloral et reste endormi jusqu'à onze heures du soir. A ce moment, il venait d'y avoir une légère syncope, bien qu'étant en résolution, le malade avait pâli, et la respiration s'était arrêtée pendant une demi-minute environ.

Au moment où nous le voyons, il est tout à fait calme, la respiration se fait naturellement, les côtes se soulèvent à chaque mouvement inspiratoire. 24 respirations par minute.

Le malade s'étant éveillé a pris une cuillerée de la potion au chloral; il ne peut que très-difficilement desserrer les dents, mais pendant le sommeil la bouche reste souvent ouverte.

Vendredi 11 mars, huit heures et demie du matin. Pouls 60.

La nuit de jeudi à vendredi a été bonne. Le malade a bien dormi, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont souples, il y a toujours du trismus.

Potion 6 grammes de chloral; bouillons, potages, bière, et un peu de viande.

A cinq heures, pouls 60. Le trismus persiste, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont un peu contracturés, le malade se plaint d'avoir mal au cœur. Le matin, il a pris un potage avec un peu de viande crue et un demi-litre de bière.

A midi, il avait refusé le potage qu'on lui offrait.

Le courant électrique est appliqué pendant une heure et demie.

Samedi 12 mars, huit heures du matin. La nuit a été bonne. Pouls 60. Selle naturelle pendant la nuit. Tous les muscles sont un peu contracturés; le trismus persiste. Le malade a refusé le potage qui lui était offert.

Potion avec 6 grammes de chloral.

A cinq heures du soir, les muscles de la poitrine etde l'abdomen sont souples. Le pouls est à 66. Le trismus persiste; les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont légèrement contracturés lorsque le malade se remue; il n'a pas d'appétit; nous supprimons provisoirement la potion au chloral, espérant que l'appétit reviendra.

A onze heures du soir, le pouls est à 68. Le malade a été calme toute la journée. Toutefois nous constatons que tous les muscles, y compris ceux des membres, sont dans un léger état de contraction.

Le docteur Lavaux se disposait à faire prendre au malade une cuillerée de la potion, lorsque celui-ci fut pris en sa présence d'une contracture de tous les muscles; *la respiration s'est complétement arrêtée pendant une minute, le pouls et le cœur ont cessé de battre pendant le même temps, le malade était couvert d'une sueur froide.*

Immédiatement notre confrère se hâte d'appliquer le courant électrique le long de la colonne vertébrale et les muscles reviennent presque instantanément à leur etat de souplesse; la respiration, d'abord stertoreuse comme celle d'un épileptique, s'est rétablie comme avant la crise.

Le pouls, examiné immédiatement, s'était élevé à 88 pulsations. Une demi-heure après, il était tombé à 80.

Cette crise a duré environ cinq minutes; au bout de ce temps, le malade a reconnu tous les assistants.

A onze heures et demie, le calme était rétabli.

Le courant électrique reste appliqué pendant deux heures sur la colonne vertébrale. Pendant le cours de l'électrisation, les muscles restent souples; toutefois il se produit quelques légères secousses tétaniques, qui ne durent que peu de secondes.

Ces secousses avec contractures musculaires produites par le moindre mouvement du malade, se sont répétées de quart d'heure en quart d'heure jusqu'à 5 heures du matin. Pendant ce temps le malade a absorbé huit cuillerées de la potion au chloral. A partir de ce moment, le calme est revenu, le malade a dormi paisiblement et n'a plus été réveillé en sursaut par la contracture involontaire des muscles.

Dimanche 13 mars, à huit heures du matin, tous les muscles sont souples, respiration facile, le malade ouvre la bouche presque comme dans l'état normal, ce qu'il n'avait pas encore fait depuis le début de la maladie. Pouls 68.

Nouvelle potion avec 8 grammes de chloral pour 125 grammes de liquide.

Dimanche 13 mars, cinq heures du soir. Pouls 64.

Tous les muscles sont relâchés, le trismus diminue; le malade est somnolent; lorsqu'on le réveille, il ouvre la bouche comme le matin; il continue à prendre la potion avec 8 grammes de chloral. Pas de nouvelle séance d'électrisation. Potages, bouillons, bière.

Lundi 14 mars, huit heures du matin. La nuit a été bonne; il n'y a pas eu de nouvelle crise, le trismus diminue, la bouche s'ouvre plus facilement; les muscles de la poitrine et de l'abdomen ne sont que très-faiblement contracturés, lorsque le malade fait un mouvement dans le lit.

La respiration se fait facilement.

Potion, 8 grammes chloral.

Mardi 15 mars, le mieux continue, il n'y a qu'un peu de trismus qui diminue par l'effet du passage du courant. Pouls 60 pulsations.

Vendredi 18 mars, huit heures du matin. 62 pulsations. Le malade a été très-calme, a bien dormi; les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont souples, le trismus persiste encore, mais il n'y a plus de secousses tétaniques. L'appétit est bon, le malade va régulièrement à la selle, il urine facilement.

La plaie du doigt est pansée avec un peu de diachylon, les bourgeons charnus ont été touchés avec le nitrate d'argent.

Dans la matinée, le malade s'est trouvé privé de la potion au chlora pendant trois heures environ.

De 11 heures à midi, il a été repris de contracture tétanique.

Le courant électrique ayant été appliqué pendant une heure, les muscles sont redevenus souples.

A 5 heures, le malade dit qu'il a un peu souffert de la plaie du doigt; on retire le diachylon qui avait été appliqué sur le doigt et on le panse avec un petit linge cératé.

Le trismus est encore très-accentué, les muscles de la poitrine et de l'abdomen sont légèrement contracturés. Pouls 76.

Le courant continu est appliqué de nouveau sur la colonne vertébrale et presque immédiatement les muscles redeviennent souples.

Le malade éprouve une sensation de bien-être et de détente chaque fois que le courant est appliqué.

Samedi 19 mars, à 8 heures 1/2 du matin. Hier soir, vers 10 heures et demie, le malade a éprouvé de nouveau des secousses tétaniques; ces secousses ont eu lieu de cinq en cinq minutes et continuent encore à ce moment; tous les muscles de la région antérieure du corps sont très-contracturés; les muscles des jambes sont également pris ainsi que ceux des bras, le malade est complétement roide. Le pouls est remonté à 110. Sueurs abondantes et douleurs légères dans les jambes.

Une potion avec 8 grammes de chloral, qui doit être prise en trois heures de temps. L'électricité est appliquée pendant une heure sur la colonne vertébrale.

A 2 heures, le malade, qui a pris 6 grammes de chloral, est somnolent, le pouls est tombé à 80.

Il n'éprouve plus de secousses tétaniques, la résolution musculaire a été obtenue et le trismus a diminué, la respiration se fait par les muscles de la poitrine.

L'administration des 6 grammes de chloral a occasionné quelques nausées qui n'ont pas été suivies de vomissement.

Le malade a uriné dans son lit au moment des contractions musculaires. Cet accident s'était déjà produit dans les mêmes circonstances.

Nouvelle potion avec 8 grammes de chloral à prendre de 2 heures après midi à 8 heures du matin.

A partir du 20 mars l'amélioration est progressive, et le 2 avril la plaie est complétement cicatrisée; le 13 avril, le malade vient à pied à l'hôpital Lariboisière, où M. le docteur Lavaux fait constater sa guérison à M. le professeur Verneuil.

Cette observation indique bien les différents avantages

qu'on peut attendre de l'emploi des courants continus dans le tétanos. Elle nous indique d'abord que pendant les applications du courant les muscles contracturés se relâchent, et que pendant tout ce temps le malade éprouve un grand bien-être. Le chloral calme le malade, l'endort, mais n'empêche pas les contractures. Presque tous les auteurs, d'ailleurs, sont d'accord sur cette influence du chloral.

Les courants doivent surtout être appliqués *à direction descendante sur la colonne vertébrale.* Leur intensité doit être moyenne, et plutôt faible que trop énergique. Leur durée d'application doit être longue (une heure, deux heures même). Il ne faut pas souvent changer de place et avoir une pile à courant très-constant.

Sous aucun prétexte, il ne faut donc employer d'appareils à éléments énergiques. Non-seulement ces éléments ne peuvent rester appliqués au même endroit pendant longtemps, car ils désorganisent la peau, mais de plus, ils excitent vivement les nerfs périphériques. Il n'y a donc que la pile Daniell, la pile Remak et celle au proto-sulfate de mercure qui puissent être employées.

Enfin, dans les syncopes qui ont été si fréquentes dans l'observation ci-dessus, et dont une avait mis le malade dans un état de mort apparente, l'application des courants continus a immédiatement ramené les mouvements du cœur et ceux de la respiration. Il est inutile d'insister sur la différence d'action qu'exercent, dans ce cas, les courants continus et les courants induits. Ces derniers seraient évidemment plus dangereux qu'utiles.

L'influence des courants continus dans les contractures, peut égalcment les rendre avantageux dans le traitement de l'hydrophobie. Jusqu'à présent, il n'existe dans la science

qu'un seul cas où cet emploi ait été fait par le D[r] Schivardi. Ce cas fut traité également et probablement grâce aux idées théoriques que nous avons indiquées plus haut, par un courant dirigé des pieds à la tête. Le courant fut appliqué pendant quatre-vingts heures, mais malgré la disparition de la plupart des symptômes, le malade mourut. Dans cette affection, nous croyons qu'il eût été également plus utile d'employer un courant descendant.

MALADIES DE LA MOELLE ÉPINIÈRE

Paralysies consécutives à des lésions traumatiques.

Les lésions traumatiques de la moelle sont presque toujours consécutives à des fractures de la colonne vertébrale. La plupart de ces paralysies se terminent par la mort, et c'est principalement dans ces cas qu'on observe le plus rapidement les troubles de nutrition consécutive aux lésions du système nerveux.

On peut, d'après les renseignements fournis par la contractilité électro-musculaire, diagnostiquer l'étendue, la gravité et même l'époque de la maladie.

Dans les cas graves, il y a, dès le début, perte complète du mouvement et de la sensibilité, mais la contractilité électro-musculaire est encore conservée. Ce n'est que quelques jours après que les muscles perdent leur contractilité électro-musculaire. Le sixième jour déjà, comme l'a fait observer M. Duchenne, cette contractilité est complétement abolie pour certains muscles.

Tous les auteurs considèrent comme très-graves les cas où, à l'anesthése de la peau, se joint l'absence complète

de la contractilité et de la sensibilité électro-musculaire.

M. Duchenne a pu, dans quelques cas, distinguer, d'après a contractilité électro-musculaire, l'état anatomique de la moelle chez des malades affectés d'une paraplégie spinale, avec eschare du sacrum. L'intégrité de la contractilité électro-musculaire démontrait que la paralysie n'était pas due à une lésion traumatique de la moelle.

Cependant les courants induits ne peuvent pas démontrer que la lésion est due soit à une lésion traumatique, soit à une compression ou à une hémorrhagie ; ils indiquent seulement que la portion de la moelle qui envoie l'innervation dans les muscles paralysés, est intacte et située au-dessous de la lésion lorsque la contractilité est conservée ; ou bien que cette portion est détruite, ramollie ou située au-dessus de la lésion de la moelle, lorsque la contractilité est éteinte.

Ce caractère d'ailleurs n'est pas spécial pour les lésions traumatiques, mais il est général pour toute altération complète d'une portion de la moelle.

Les fractures ou les luxations de la colonne vertébrale ne déterminent pas la perte de la contractilité par leur effet direct, mais parce qu'ils amènent une irritation continue de la moelle, qui a pour conséquence le ramollissement et la destruction des cellules nerveuses ou des nerfs qui sont dans les régions comprimées.

La perte de contractilité électro-musculaire indique donc uniquement, non la cause de la paralysie, mais quelques-uns des états de la lésion anatomique. Si cette perte se fait rapidement, on peut être certain que la portion de la moelle qui renferme les cellules motrices des muscles para-

lysés, est complétement détruite, et de plus qu'il y a dans les centres une inflammation aiguë et progressive.

Dans la myélite aiguë et dans l'hémorrhagie spinale on observe les mêmes phénomènes, c'est-à-dire la perte rapide de la contractilité électro-musculaire.

Nous ne faisons qu'indiquer ici ces phénomènes, sur lesquels nous aurons à revenir longuement dans le chapitre consacré au système musculaire.

Lorsque la lésion traumatique n'a pas produit de broiement de la moelle, ni d'inflammation consécutive, on peut espérer de bons résultats de l'emploi des courants continus.

Voici une observation d'un cas de ce genre, faite par le docteur Hitzig (1).

H. Rothbart, sergent d'artillerie, âgé de trente-trois ans, très-fortement constitué, tombe avec son cheval sur la partie lombaire de la moelle. Cet accident avait eu lieu au mois de mars, et malgré des douleurs assez vives et généralisées, il continua son service jusqu'au mois de mai, époque à laquelle il fut pris d'une pleurésie aiguë qui dura jusqu'au mois de juillet. Après la guérison de cette maladie, les accidents accrus par sa chute augmentèrent graduellement. Il éprouvait des douleurs excentriques aux membres inférieurs, et une forte hyperesthésie de la peau. Il ressentait des fourmillements dans les jambes, des contractions fibrillaires et des crampes dans le mollet. Les mouvements volontaires devinrent de plus en plus difficiles, et en même temps il eut des pertes séminales très-fréquentes. Au bout de quelque temps, la marche pendant le jour et les yeux ouverts devint excessivement difficile, et impossible dans l'obscurité ou les yeux fermés. L'anesthésie des membres inférieurs devint plus prononcée. Le nitrate d'argent et les préparations iodées furent employés sans succès.

C'est alors seulement qu'on eut recours aux courants continus. Ils furent appliqués sur la moelle sous forme de courant descendant. Après huit séances, le sommeil est meilleur, et les douleurs ont beaucoup diminué. Le docteur Hitzig, au lieu d'électriser uniquement la

(1) *Virchow's Archiv*, 1867, Bd. XL.

moelle, électrisa alors les nerfs cruraux avec des courants continus, et un mois après le malade pouvait se maintenir debout pendant quinze secondes, les yeux fermés. La sensibilité reparut en même temps.

L'emploi des courants continus avec interruption détermina une aggravation qui fut heureusement bientôt dissipée par l'électrisation constante et continue de la moelle au moyen d'un courant descendant. Au bout de six semaines de traitement, la plupart des symptômes avaient disparu ; il restait toujours une douleur très-violente en déterminant une pression sur les vertèbres. La guérison se maintient huit mois; mais en hiver, à la suite d'un refroidissement, il fut repris des mêmes phénomènes paralytiques ; le même traitement par les courants continus fut recommencé, et au bout de deux mois le malade fut de nouveau guéri et put exercer le métier de facteur.

Maladies inflammatoires de la moelle et de ses enveloppes.

Au point de vue de l'électrothérapie, nous avons peu de chose à dire sur les affections inflammatoires de la moelle et de ses enveloppes. Quoiqu'il soit vrai que l'électricité ait une influence certaine sur la circulation et sur les phénomènes inflammatoires, il n'est encore venu à l'esprit de personne d'employer cet agent dans les maladies aiguës du système nerveux central. Ces maladies sont tellement graves et tellement difficiles à soigner, qu'il serait bien imprudent d'employer des courants électriques au moins dans les premiers jours.

Cependant si l'affection perd son caractère aigu, nous croyons que dans un certain nombre de cas il peut y avoir avantage à employer les courants continus et à électriser directement la moelle. Seulement il faut toujours, dans ces conditions, agir avec une prudence extrême, et se rappeler que les courants continus, pour pénétrer jusqu'à la moelle et y agir comme sédatifs et comme modificateurs de la nutrition, doivent remplir des conditions toutes spéciales.

Il faut que le courant ait une tension assez forte, condition indispensable pour qu'il puisse traverser les tissus profonds et agir jusque sur la moelle. Il faut, de plus, que leur action soit lente et qu'elle ne détermine pas d'excitation ; donc il est nécessaire que le courant soit constant et continu, à tension forte, mais à action chimique très-faible.

Comme dans tous ces cas, malgré un certain degré d'atrophie musculaire, la lésion primitive réside dans la moelle, il est important d'agir directement et uniquement sur la moelle. Aussi faut-il placer les électrodes sur la colonne vertébrale, et presque toujours se servir d'un courant descendant de force moyenne.

Dans les myélites ou les méningites spinales, à forme lente, on peut également utiliser l'action des courants continus. Dans toutes ces affections, où l'on emploie souvent des remèdes très-énergiques et une médication interne stimulante, nous ne concevons pas qu'il puisse être nuisible d'appliquer les courants électriques. Seulement pour comprendre l'utilité de cette méthode thérapeutique, il faut, avant tout, que l'esprit des médecins et du public soit débarrassé de cette idée que l'électrothérapie est toujours une médication excitante. Nous avons cité suffisamment de faits qui indiquent, au contraire, que dans certaines conditions les courants continus ont une action calmante, pour ne pas être obligés d'insister plus longuement sur cette influence des courants continus.

Voici une observation de myélite chronique dans laquelle nous avons retiré quelques avantages de l'emploi des courants continus.

D..., homme robuste, quarante ans, sans maladies ni excès anté-

rieurs, est obligé, par son métier (tonnelier), d'aller très-fréquemment dans les caves, où il dit avoir ressenti souvent du froid et de l'humidité. Depuis quelque temps il éprouvait une douleur vague dans les reins et ressentait plus de fatigue en marchant, lorsque, tout à coup, en se baissant, ses reins fléchirent, selon sa propre expression, et il s'affaissa sur lui-même ; néanmoins il put se relever et continuer sa route, mais plus difficilement. A partir de cette époque, sueurs profondes et fourmillements dans la jambe droite, rien à gauche, douleur en ceinture à partir de la dixième vertèbre dorsale et douleurs analogues de chaque côté des vertèbres sacrées. L'urine s'écoule goutte à goutte, il y a de l'incontinence, garderobes normales.

Le traitement à cette époque consista dans : strychnine, bains de vapeur, frictions avec l'alcool camphré et le baume de Fioraventi, et dura un mois, après quoi l'on appliqua, sur l'épine dorsale et les jambes, l'électricité à courant interrompu pendant cinq mois ; après la strychnine, la marche était devenue plus difficile ; après la faradisation, elle devint impossible ; en même temps, constipation opiniâtre. — Quinze jours de repos, puis application de sangsues sur la colonne, la douleur en ceinture augmente, enfin pendant deux mois, pilules d'ergotine qui déterminent quelques alternatives de bien et de mal et diminuent l'incontinence d'urine ; quatre cautères sur la colonne et un traitement arsenical ne produisent aucun résultat.

C'est alors qu'il se présente chez nous : ses jambes ne peuvent le soutenir, la jambe gauche est un peu moins paralysée que la droite, et le pied du même côté peut soulever 5 kilogr. quand on fait coucher le malade, tandis que le droit n'en peut soulever que 4 ; hyperesthésie légère des membres abdominaux, tremblements convulsifs quand il essaye de se lever ou de se coucher. Si l'on pique les jambes avec une épingle, contractions musculaires tellement prononcées que les jambes se replient sur les cuisses, et les cuisses sur le ventre ; ces mêmes contractions, dit-il, se produisent au lit quand il change de position ; le frottement des draps est très-douloureux. Incontinence d'urine et des matières fécales. Douleur en ceinture au niveau des dernières vertèbres dorsales ; douleur considérable qui augmente au moindre mouvement. Pas de déformation de la colonne, douleur vive à la pression, surtout à droite, au point qui correspond à la première vertèbre lombaire. Si l'on promène sur la colonne une éponge imbibée d'eau chaude, l'eau paraît bien plus chaude au niveau de la première vertèbre lombaire, sans cependant causer de sensation de brûlure ; la sensation de froid est également bien plus prononcée au même endroit.

Le malade est soumis à l'électricité, courant continu et descendant; le pôle positif placé sur la colonne lombaire, le négatif promené sur les membres inférieurs : à la seconde séance, il peut se lever seul et se tenir debout un instant. A la cinquième séance, on essaye le courant ascendant et celui-ci détermine des contractions réflexes tellement considérables que le tronc est soulevé à plusieurs reprises, le courant descendant n'en a jamais provoqué. Après vingt séances, toujours avec le courant descendant, l'incontinence d'urine a cessé, ainsi que la constipation ; la douleur en ceinture ne reparaît plus qu'à de rares intervalles, l'hyperesthésie des membres n'existe plus, et les contractions réflexes sont considérablement diminuées, elles n'ont plus lieu quand on emploie le courant ascendant ; le malade peut faire quelques pas, appuyé sur un bâton ; dix autres séances d'électrisation maintiennent l'amélioration, mais sans l'augmenter.

Affections chroniques de la moelle.

Au point de vue anatomique, comme au point de vue thérapeutique, il nous paraît utile de diviser les affections chroniques en deux classes, la première comprenant les lésions de la substance blanche, et la seconde celles de la substance grise. Dans la première classe, il n'y a, par conséquent, que des lésions des filets nerveux, tandis que dans la seconde nous trouvons surtout des lésions des cellules nerveuses.

Cette distinction a une grande importance au point de vue thérapeutique et même pour l'étude des phénomènes qui accompagnent les affections chroniques de la moelle, car les résultats de la lésion sont complétement différents. Mais pour toutes les régions spinales, le début de l'affection est à peu près le même.

En laissant de côté les inflammations aiguës, les compressions par des tumeurs, les myélites partielles à la suite du mal de Pott, la plupart des autres altérations com-

mencent par une congestion passive des vaisseaux de la moelle. Il y a, à cette époque, des phénomènes d'irritation et d'excitation. A cette première période, succèdent des troubles de nutrition des éléments nerveux, ils s'altèrent, s'atrophient, se désagrégent, et sont alors remplacés par du tissu connectif qui vient pour ainsi dire remplir les vides qu'ont laissés les éléments nerveux en disparaissant.

L'école histologique qui n'admet qu'un seul tissu fondamental, veut pour une cause ou pour une autre, ou justement à cause de la congestion qui a lieu, que le tissu cellulaire se mette à proliférer et vienne peu à peu étouffer et faire disparaître les éléments nerveux. C'est là conséquence logique et nécessaire de cette hypothèse qui place dans le tissu conjonctif l'origine de tous les tissus. C'est ce seul tissu et toujours lui qui serait la cause de tous les phénomènes et de toutes les modifications ; son développement exagéré servirait aussi bien à la régénération du système nerveux, qu'à sa destruction. Grâce à l'irritabilité formatrice, s'il survient une lésion des nerfs, aussitôt ces cellules, *pour tout faire*, prolifèrent et se transforment en fibres nerveuses, tandis qu'un peu plus loin cette même irritabilité formatrice fait proliférer ces mêmes cellules pour détruire les éléments nerveux et prendre leur place.

Il en est de même, d'ailleurs, pour les autres éléments de l'économie. Le grand régénérateur comme le seul coupable dans toutes les lésions organiques, c'est toujours ce même tissu conjonctif, le *Deus ex machina* de toute l'anatomie pathologique moderne.

Nous croyons, au contraire, que dans tous ces cas, c'est l'élément fondamental de tout tissu qui est toujours altéré en premier lieu ; que les troubles de nutrition survenus

dans les tissus modifient les conditions normales et font peu à peu disparaître tous les éléments spéciaux qui sont consécutivement remplacés par du tissu conjonctif ou par de la matière amorphe. Comment admettre d'un autre côté que, dans une congestion ou dans une inflammation, ce soit le tissu intermédiaire, n'ayant qu'un rôle très-limité, qui soit le premier modifié, tandis que les éléments nerveux si facilement altérés par les moindres troubles de la circulation ne seraient lésés que consécutivement !

Cette digression a son importance en pratique, car pour nous il n'est point utile de chercher à empêcher la prolifération des corpuscules conjonctifs ; mais, par contre, nous croyons nécessaire d'employer tous les moyens qui peuvent empêcher les troubles de nutrition des éléments anatomiques spéciaux.

La sclérose de la moelle, c'est-à-dire la disparition des éléments nerveux, et leur substitution par une substance conjonctive, n'est donc qu'un phénomène consécutif, et qui, en général, apparaît constamment lorsqu'en un point quelconque de la moelle il y a altération des éléments nerveux.

Mais il est une autre question importante, c'est de savoir quelle est la conséquence de la disparition de tel ou tel élément nerveux, et sous quelle influence cette disparition a lieu.

En dehors des compressions et des inflammations aiguës, on ne trouve que deux causes qui peuvent amener la destruction ou l'atrophie des filets nerveux et des cellules. C'est premièrement un trouble de circulation locale, et secondement le retentissement plus ou moins éloigné d'une autre lésion du système nerveux en rapport avec ces régions.

1° MM. Charcot et Bouchard ont eu l'occasion de faire l'autopsie d'un cas d'ataxie locomotrice (sclérose des cordons postérieurs) tout à fait au début de la maladie, et ils ont constaté une légère congestion et une multiplication des noyaux qui existent normalement dans la paroi des vaisseaux. Plus tard les vaisseaux s'épaississent et offrent une trame fibrillaire.

Ces troubles dans la circulation doivent nécessairement amener aussitôt une altération dans la nutrition des éléments nerveux et entraîner leur dégénérescence. On ne peut pas constater au microscope les changements moléculaires qu'éprouvent les nerfs et surtout les cellules, dans les diverses phases de leur dégénérescence, et l'on ne parvient à constater que leur disparition; mais il n'en est pas moins logiquement vrai qu'avant d'être complétement détruits, ces éléments ont dû éprouver des modifications moléculaires qui, au point de vue fonctionnel, sont aussi importantes que les altérations de texture que l'on peut constater par l'observation directe.

On comprend ainsi que les troubles locaux de la circulation amènent dans ces mêmes régions la dégénérescence lente ou rapide des éléments nerveux. Si ces régions sont occupées par des cellules nerveuses, celles-ci perdent de leur transparence, deviennent granuleuses et disparaissent. Si, au contraire, il n'y a que des filets nerveux, ceux-ci perdent d'abord leur myéline qui se segmente et devient granuleuse; les cylindres-axes résistent plus longtemps, et on les retrouve souvent encore au milieu des plaques de sclérose. Mais ils finissent également, au moins en grande partie, par s'atrophier et disparaître.

2° On sait que tout nerf qui n'est plus relié à un organe

central, ou dont l'organe central dont il dépend est altéré, subit assez promptement une destruction complète. Dans les premières heures, l'excitabilité du nerf est augmentée, puis elle diminue et s'éteint.

Un repos absolu du nerf finit par amener la diminution ou la perte complète de l'excitabilité et, par suite, la dégénérescence graisseuse. Ainsi, lorsqu'un nerf sensitif est coupé, les deux bouts s'altèrent : le bout périphérique, parce qu'il n'est plus en relation avec les centres, et le bout central, parce qu'il est maintenu en inaction.

La destruction d'une cellule nerveuse de la moelle, d'une cellule motrice par exemple, amènera donc la destruction des filets moteurs, et la destruction de ceux-ci produira consécutivement l'atrophie des fibres musculaires. Cette influence de la cellule motrice sur les filets nerveux peut être plus ou moins rapide et amener des troubles trophiques plus ou moins considérables.

Nous voyons donc qu'il y a, selon les régions de la moelle, des phénomènes consécutifs complétement différents. Si la substance blanche seule est lésée, la lésion reste plus facilement limitée (1), et comme les filets nerveux peuvent se régénérer plus facilement que les cellules nerveuses, et que leur cylindre-axe persiste assez longtemps malgré les troubles de la circulation, les affections des cordons de la moelle sont moins graves et moins incurables que celles de la substance grise.

Les affections chroniques de la substance blanche peuvent atteindre les différents cordons de la moelle ; on peut donc distinguer la sclérose des cordons antérieurs, celle des

(1) Nous verrons cependant que la lésion des nerfs peut influer sur les cellules nerveuses auxquelles ils aboutissent.

cordons latéraux, et enfin celle des cordons postérieurs. Dans les affections qui ont pour cause ces lésions anatomiques, la sclérose des cordons postérieurs est la plus fréquente. Dans les scléroses antéro-latérales et dans la sclérose en plaques, nous n'avons encore jamais employé les courants continus, et nous ne croyons pas que d'autres médecins les aient expérimentés dans ces affections; leur traitement d'ailleurs doit avoir beaucoup d'analogie avec ceux que nous allons décrire pour les autres affections chroniques de la moelle.

Ataxie locomotrice. Tabes dorsualis. Sclérose des cordons postérieurs.

Nous avons eu l'occasion d'employer ce traitement dans un certain nombre de cas, et les résultats que nous avons obtenus sont en général favorables.

Les ataxiques que nous avons soumis à ce traitement ont tous continué à suivre le même genre de vie. Ils n'ont pas cessé de travailler, et n'ont pris aucun médicament interne. Un seul, qui d'ailleurs n'a été électrisé que trois fois, s'est plaint de ressentir une excitation anormale, suivie de lassitude; tous les autres qui ont suivi ce traitement ont éprouvé une amélioration plus ou moins grande. Cette amélioration ne consiste quelquefois que dans la cessation des douleurs fulgurantes, mais souvent elle porte même sur la marche de la maladie; elle fait reparaître la sensibilité et diminue les troubles de la locomotion, ainsi que ceux qui existent du côté de la vessie.

La durée de la maladie, son mode d'apparition, les conditions de fortune, ont quelque importance au point de vue thérapeutique; mais ce qui nous a paru le plus influer sous

ce rapport, c'est la diathèse syphilitique, quelle que soit l'époque à laquelle remonte cette maladie, et quoiqu'il n'y ait plus aucune manifestation syphilitique. Dans ces conditions, toute amélioration devient plus difficile ; et comme semblent le prouver les deux observations suivantes, si la sensibilité des jambes reparaît en partie, si certains symptômes du côté de la vessie et du rectum s'amendent, la maladie n'en suit pas moins son cours, et pendant le traitement même les mouvements des membres continuent à devenir de jour en jour plus ataxiques.

— B..., garçon marchand de vins, quarante ans, a eu un chancre infectant il y a dix-neuf ans; les accidents secondaires de la syphilis ont été très-manifestes : plaques muqueuses à la gorge et éruptions cutanées. Il a suivi un traitement mercuriel et iodique, et l'on ne constate aujourd'hui aucune manifestation syphilitique.

Depuis huit à dix mois, il souffre de douleurs très-vives dans les jambes ; ces douleurs sont intermittentes, apparaissent sous forme d'élancements et de crampes, et s'exagèrent surtout la nuit. Il y a dix mois, il est tombé trois fois dans la même journée, suite d'étourdissement, mais sans perdre connaissance. Il a eu des vomissements à la même époque. Il n'a jamais vu double, mais sa vue s'est affaiblie au point qu'il ne peut plus lire; pendant que sa vue commençait à s'affaiblir, il souffrait de violents maux de tête.

Il n'a pas d'incontinence d'urine, mais la plupart du temps, de grandes difficultés à uriner. Il a beaucoup moins d'érections.

Il se plaint en même temps de fourmillements dans les jambes et dans les bras, et d'une douleur en ceinture à la région lombaire.

La sensibilité des membres inférieurs est très-diminuée. Il ne sent la piqûre d'une épingle qu'assez faiblement et seulement au bout d'un certain temps.

Il lance les jambes en marchant, trébuche souvent, tombe, dès qu'il ferme les yeux.

Il a pris, pendant plusieurs mois, des pilules de nitrate d'argent, et n'accuse comme résultat qu'une diminution dans les sensations de fourmillements et dans les tremblements des membres supérieurs.

Les courants continus, employés pendant près de cinquante séances, amenèrent une diminution très-marquée des douleurs dans les bras et dans les jambes, mais surtout dans les jambes. Ces douleurs reparaissaient assez promptement lorsqu'on suspendait le traitement pendant quelques jours ou lorsqu'on employait des courants descendants.

La contracture de la vessie fut également beaucoup améliorée, car tandis que précédemment il s'écoulait toujours un temps assez long avant la miction de l'urine, il pouvait maintenant uriner plus promptement et plus facilement. En même temps, la vue s'améliora assez pour qu'il pût lire les caractères d'impression d'un journal, ce qu'il ne pouvait pas faire auparavant.

Mais du côté des jambes, la marche devint de jour en jour plus difficile ; il tombait plus souvent, et en même temps les mouvements des bras devenaient incoordonnés, et cet état, loin de s'améliorer, augmentait malgré le traitement et l'amélioration des autres symptômes.

— M. D..., âgé de trente-trois ans, rentier, a été atteint, il y a huit ans, d'accidents syphilitiques. Il eut successivement un chancre induré, une roséole très-prononcée, des taches cuivrées sur la peau. Il suivit un traitement antisyphilitique complet, et n'a plus aucune manifestation syphilitique. Il a fait, avant et après sa maladie vénérienne, de grands excès de femmes et de tabac.

Il y a trois ans, étant à cheval, il s'aperçut que ses pieds ne sentaient plus aussi bien l'étrier, et il fut obligé de renoncer à l'exercice du cheval, car il perdait les étriers à chaque moment.

A partir de cette époque, il ressent des fourmillements dans les jambes, de la faiblesse dans les genoux et des crampes dans les muscles du mollet. Ces symptômes vont en augmentant, et aujourd'hui sa marche est impossible sans canne. Il lance les jambes en avant lorsqu'il marche, les tient très-écartées quand il reste debout, tombe dès qu'il ferme les yeux.

La sensibilité des membres inférieurs a presque complétement disparu. On peut le pincer très-vivement, lui arracher les poils sans qu'il accuse grande douleur. Entre le moment où se sont produites la piqûre et la sensation, il se passe un intervalle de temps de près de deux secondes. Il peut encore apprécier assez exactement les différences de température.

Couché, il ne sent pas ses jambes ; il ne sait si elles sont croisées, pliées ou étendues. En ployant sa jambe et en la mettant dans différentes positions, il ne peut jamais bien définir la position qu'elle occupe.

Il a, depuis plus d'un an, de l'incontinence d'urine et des besoins fréquents d'uriner. Du côté du rectum, il se plaint de ténesme qui a lieu surtout dans la matinée. Il y a en même temps relâchement des sphincters, et il lui est arrivé de ne pouvoir retenir les matières fécales.

Il n'a jamais rien eu du côté des yeux ou de l'encéphale. Son appétit est bon et il n'accuse guère de douleurs soit dans les jambes, soit dans les bras. Il a fait plusieurs mois d'hydrothérapie et a été soumis au nitrate d'argent, mais sans succès.

Au bout de vingt séances d'électrisation, la sensibilité des jambes reparaît un peu ; il sent mieux et plus vite la piqûre d'une épingle. L'incontinence d'urine disparaît en partie, mais la marche devient plus pénible et l'usage des bras plus incertain, l'écriture plus difficile et plus illisible. De nouvelles séances d'électrisation ne peuvent améliorer ces symptômes, et la maladie continue à s'étendre.

Nous voyons donc combien les résultats sont peu satisfaisants chez ces deux malades, et combien, malgré le traitement, la maladie continue son cours lentement, sourdement. Les phénomènes accessoires s'amendent, mais le travail des éléments nerveux de la moelle continue à s'étendre. Dans aucun cas les malades n'ont eu autant de patience, et dans aucun cas nous n'avons eu aussi peu de résultats. La raison en serait-elle dans la préexistance de la syphilis?

— B..., quarante-cinq ans, ouvrier, sans maladie précédente, ressent depuis dix ans des lassitudes dans les membres inférieurs, sans que ces lassitudes puissent être attribuées à la fatigue ou à des excès d'aucun genre. Peu à peu à la fatigue ont succédé des douleurs dans les muscles du mollet ; il se plaint de crampes, de douleurs fulgurantes. Il y a trois ans, il a eu un rhumatisme articulaire ; mais avant cette maladie, il avait déjà remarqué qu'il trébuchait dans l'obscurité.

A partir de cette époque, les phénomènes de lassitude dans les jambes, les douleurs dans les jambes et dans les muscles lombaires ont augmenté. Il ressent constamment une constriction du ventre et une douleur en

ceinture assez violente. Il n'a jamais eu d'incontinence d'urine et n'éprouve pas de difficulté d'uriner. Les érections sont devenues beaucoup plus rares. La vue a un peu faibli; mais il n'accuse aucun phénomène du côté de la vue ou de l'encéphale.

La sensibilité existe encore dans les jambes, mais elle est plus obtuse. Lorsqu'on pince la peau ou qu'on l'irrite avec une épingle, il perçoit la sensation, mais n'éprouve aucune douleur.

Dans la marche, il lance les jambes en avant, trébuche facilement, se plaint surtout d'une grande faiblesse dans l'articulation tibio-tarsienne; selon son expression, il lui semble marcher sur du coton. Lorsqu'on lui fait fermer les yeux, son corps se porte aussitôt en divers sens, il manque de tomber, mais il sait encore assez facilement prévenir sa chute.

Un mois de repos et de séjour sur le bord de la mer avait amélioré son état, il y a un an, et après cette époque il était resté quelque temps ressentant moins de douleurs et de lassitude. Mais depuis plusieurs mois tous les symptômes de la maladie ont reparu, malgré l'électrisation des membres inférieurs par des courants d'induction.

L'application des courants continus fait cesser, après les premières séances, les douleurs fulgurantes des jambes; la marche devient plus facile et plus ferme, surtout immédiatement après l'électrisation. Le malade est venu se faire électriser pendant vingt-sept séances : les lassitudes des jambes n'ont point été dissipées, mais le malade restait debout sans grand balancement du corps, les yeux fermés, et marchait dans l'obscurité avec plus de sûreté. Il pouvait facilement et sans tomber faire plusieurs pas les yeux fermés, et il marchait sans trébucher beaucoup sur la pointe des pieds. En un mot, l'amélioration dans ce cas a été assez notable, et le malade lui-même l'indiquait et peut-être même l'exagérait dans les premiers moments.

— L..., ouvrier, cinquante-deux ans, a eu des fièvres intermittentes pendant qu'il était soldat; il est resté pendant six ans en Afrique, et déjà à cette époque il a ressenti, à plusieurs reprises, des douleurs dans les jambes. Il couchait très-souvent en plein air et sur la terre humide. Ces douleurs vagues, intermittentes, ont augmenté peu à peu; mais elles sont surtout très-marquées depuis un an. Elles reviennent principalement la nuit, et elles sont souvent tellement vives qu'elles l'empêchent de dormir et le forcent à se lever et à marcher dans sa chambre; il lui semble par moment qu'on lui donne dans la peau des coups d'épingles ou qu'on lui arrache la peau.

Il a eu depuis un an de l'incontinence d'urine pendant son sommeil;

plus généralement il a de la difficulté à uriner. Depuis cette même époque il n'a plus d'érections.

Sa marche est assez facile ; son corps balance, les yeux fermés ; mais il ne tombe pas. Il ne peut se conduire dans l'obscurité, et, selon son expression, quand la nuit arrive, il est comme un homme ivre.

La sensibilité des jambes est conservée quoiqu'un peu obtuse ; il sent bien le sol et ne se plaint pas de faiblesse dans l'articulation tibio-tarsienne.

Depuis cinq ans, la vue a notablement diminué ; l'œil gauche a été le premier à s'affaiblir ; quelques mois après l'œil droit a également commencé à se voiler. Aujourd'hui, il ne voit plus rien de l'œil gauche ; l'œil droit est encore assez bon, en ce sens qu'il lui permet de se conduire.

Dès la première séance, les douleurs des membres inférieurs cessèrent pendant douze jours. Elles reparurent à cette époque pendant une seule nuit, mais bien plus faiblement, et cessèrent de nouveau pendant un intervalle de temps assez bon. Le malade est encore en traitement, n'accuse plus de douleurs, n'a pas eu depuis le commencement du traitement d'incontinence d'urine ; la contracture de la vessie a également été améliorée, car il urine plus facilement et plus promptement. Il prétend en même temps voir un peu mieux de l'œil droit.

— C..., rentière, soixante-cinq ans, n'a pas eu de maladie antérieure. Depuis quatre ans, elle ressent dans les jambes des fourmillements et des crampes qui arrivent à des intervalles de temps assez irréguliers. Elle accuse en même temps de la faiblesse dans l'articulation tibio-tarsienne et dans les genoux. La force musculaire est conservée dans les jambes ; il n'y a pas eu d'amaigrissement. La marche est devenue difficile ; il lui faut l'appui d'une personne pour pouvoir marcher ; elle ne sent pas bien le sol, ne peut se tenir les yeux fermés. La sensibilité des membres inférieurs a beaucoup diminué ; elle n'accuse aucune douleur lorsqu'on pince assez fortement les jambes.

Depuis trois à quatre ans, elle se plaint également de maux d'estomac, de perte d'appétit et de digestions pénibles.

Depuis huit mois, elle a de l'incontinence d'urine presque constamment, en même temps il y a paralysie des sphincters de l'anus. Elle est presque toujours constipée, et à la suite d'une constipation de quelques jours survient de la diarrhée, et c'est dans ces moments qu'elle ne peut retenir les matières fécales.

Il y a un an, la vue s'est affaiblie, et l'affaiblissement a marché très-vite, car aujourd'hui elle ne peut plus lire.

L'application des courants continus a calmé les douleurs et a fait cesser l'incontinence d'urine et la paralysie des sphincters de l'anus.

— M..., couturière, a senti sa vue s'affaiblir il y a treize ans, habitant alors New-York. En même temps, elle souffrait de forts maux de tête et vit les objets doubles pendant quelques mois. Depuis trois ans, elle ressent des lassitudes dans les jambes et des douleurs dans les muscles des membres inférieurs. Depuis deux ans, elle sent des fourmillements dans les pieds, et surtout dans le pied gauche. Les douleurs musculaires qui avaient paru avant les fourmillements persistent et augmentent même depuis que ces derniers ont paru.

Depuis vingt-deux mois, elle a remarqué qu'elle marchait plus difficilement dans l'obscurité. Il lui est impossible de monter ou de descendre les marches d'un escalier obscur; selon son expression, elle perd ses jambes et tombe bientôt. Elle ne sent point le sol et dit avoir les pieds comme des éponges.

Dans les premiers mois de la maladie, il y a eu affaiblissement de la sensibilité des jambes; depuis un an, elle prétend que la sensibilité est revenue et qu'elle sent beaucoup mieux.

Elle conserve difficilement ses urines; lorsqu'elle éprouve de fortes douleurs dans les jambes, l'urine s'écoule de temps en temps involontairement. D'autres fois, voulant uriner, elle ne le peut qu'avec peine, après une attente assez longue.

La moindre émotion ou la sensation du froid lui font éprouver aussitôt des tremblements plus ou moins violents dans les membres et surtout dans le bras. Ces mouvements des bras (mouvements cliniques) durent souvent un temps assez long, et ils se reproduisent chaque fois que l'on refroidit ou que l'on mouille une partie du corps.

Elle prétend que ces tremblements auraient augmenté à la suite d'un traitement par le nitrate d'argent.

Nous appliquâmes tout d'abord des courants continus à direction centripète et les douleurs augmentèrent. Des courants continus à direction centrifuge, appliqués après, calmèrent les douleurs, rendirent la marche plus facile et firent cesser l'incontinence d'urine.

— L..., valet de chambre, âgé de cinquante ans, a été militaire (cuirassier) jusqu'à l'âge de trente ans. Depuis cette époque, il est valet de chambre. Il est fortement bâti, n'a pas eu de maladies antérieures et dit n'avoir fait d'excès d'aucun genre.

Depuis cinq ans, il ressent de violents maux de tête, et dès la même époque, sa vue a commencé à s'affaiblir. Les maux de tête n'étaient point continus et ne restaient pas constamment fixés à la même place ; ils arrivaient par intermittence et voyageaient d'un endroit de la tête à l'autre.

Depuis deux ans, il ressent dans les jambes de la lassitude et une grande faiblesse. En même temps, il éprouve de temps en temps des douleurs très-vives, qui lui font l'effet de fortes crampes. Il accuse également un sentiment de pesanteur dans les reins.

Il éprouve des douleurs lancinantes dans les bras ; ces douleurs ont apparu quelque temps après celles des jambes. En étendant les bras, on remarque un léger tremblement dans la main. Quand il tient un objet dans la main, il craint de le lâcher à chaque instant. La sensibilité du bras ne paraît pas diminuée ; celle des jambes a sensiblement diminué.

Il n'a jamais eu d'incontinence d'urine, mais il a une grande difficulté à uriner, et met un temps assez long entre le désir d'uriner et l'émission.

La marche n'est pas trop mauvaise, quoique très-lente de temps en temps ; il lance les jambes en avant et les laisse retomber fortement sur le sol. Il risque de tomber dans l'obscurité. Lorsqu'on lui fait fermer les yeux, son corps se balance en tous les sens, mais sans tomber. Il lui est difficile de marcher sur la pointe des pieds sans trébucher et sans risquer à chaque instant de faire une chute.

Depuis deux ans, le sens de l'ouïe s'est beaucoup affaibli ; il n'entend que les paroles prononcées tout près de lui et d'un ton très-fort. On n'aperçoit aucune altération organique, la membrane du tympan est normale et la trompe d'Eustache parfaitement saine et libre. Il accuse des étourdissements d'oreille. L'examen ophthalmoscopique donne les résultats suivants : atrophie du nerf optique, artérioles diminuées de calibre, pupille très-rétrécie.

Ce malade est encore en traitement, et il a eu jusqu'à présent trente-cinq séances d'électrisation par les courants continus. Tous les symptômes ont subi une amélioration très-marquée.

Les douleurs des membres ont disparu en grande partie ; celles des jambes ne se font plus sentir ; elles persistent encore du côté des bras, mais elles sont moins fortes qu'avant le traitement.

La marche est plus ferme, quoiqu'elle conserve encore les caractères typiques des ataxiques ; il ne trébuche que très-rarement. Il se tient

debout, les yeux fermés, sans balancement de corps, pendant un temps très-long. Nous l'avons fait rester dans cette position pendant deux minutes, sans qu'il ait risqué de tomber. Il marche et se retourne, les yeux fermés, sans difficulté. Il peut également se tenir sur la pointe des pieds et marche ainsi sans faire de chutes.

Il urine beaucoup plus facilement et l'émission se fait presque aussitôt. Le jet d'urine est plus fort. Les douleurs de tête ont beaucoup diminué ; il affirme entendre mieux et être débarrassé des bourdonnements d'oreilles qu'il avait précédemment.

La vue s'est sensiblement améliorée ; il distingue les objets à une distance plus éloignée ; et tandis qu'auparavant il ne pouvait, dit-il, distinguer aucune lettre des affiches murales, il parvient aujourd'hui à lire les mots écrits en grands caractères.

On voit donc que l'amélioration a été générale ; elle a été progressive, lente ; mais pendant le cours du traitement il n'y a jamais eu de recrudescence de la maladie. Ce cas est certes le plus favorable que nous ayons observé.

— L'observation suivante est surtout importante, parce qu'elle se rapproche des symptômes que Remak a donnés dans le *tabes basilaris*, car on sait qu'il divise l'ataxie locomotrice en *tabes dorsualis*, *tabes cervicalis* et *tabes basilaris*, selon la région où se trouve la lésion.

M. M..., marchand de vins, âgé de quarante-six ans, sans maladie antérieure, sans avoir fait d'excès de femmes, mais peut-être quelques excès alcooliques, a été atteint, en 1865, d'étourdissements fréquents. Quelque temps auparavant il avait eu de violents chagrins, et attribuait ses étourdissements à cette cause. Fort peu de temps après, sa vue s'altéra, et il ne fut plus aussi sûr de sa marche. Au bout de quelques mois, ces étourdissements se dissipèrent ; mais à partir de cette époque, il vit tous les objets doubles. Pendant quinze mois, sans que la maladie s'aggravât beaucoup, il subit différents traitements : pilules de digitale, pilules mercurielles, iodure potassium, sulfate de quinine, purgatifs, vésicatoires, etc. Depuis un an il souffre de violents maux de tête ; ces douleurs ne restent pas localisées en un point, elles apparaissent tantôt aux tempes, tantôt sur le dessus et ou sur le derrière de la tête. Elles reviennent presque tous les soirs, au milieu de la nuit et l'empêchent de dormir.

A l'inspection ophthalmoscopique, on constate un commencement d'atrophie des nerfs optiques, plus avancée à gauche qu'à droite. Les pupilles sont très-rétrécies.

Il se plaint, depuis quelques semaines, de douleurs dans le bras gauche, de fourmillements, et il n'est plus aussi adroit de ses mains. Lorsqu'i tient un objet, il craint toujours de le laisser échapper. La force musculaire du bras est conservée.

Il n'a pas de douleurs dans les jambes. La sensibilité y est bien conservée. Il se tient debout les yeux fermés. Rien du côté de la vessie. Érections très-rares.

Au bout de trente séances d'électrisation sur la partie supérieure de la moelle, la diplopie avait presque complétement disparu, car il ne voyait les objets doubles qu'en regardant fortement en bas, tandis qu'avant il voyait double en regardant en haut, en bas et à droite.

Les douleurs de tête ont également disparu, il peut dormir toute la nuit et n'a plus d'étourdissements. Les troubles plus récents du côté du bras gauche restent dans le même état et ne paraissent pas subir d'amélioration.

A côté de cette observation, nous pourrions placer une autre observation où les symptômes sont localisés dans les muscles de l'œil. Malheureusement, nous n'avons pu prendre cette observation que d'une manière très-incomplète.

M. H... a vécu très-longtemps à l'île Cuba. Depuis quatre ans, il souffre de forts maux de tête, et depuis deux ans il voit double. En même temps, il ne peut pas régler les mouvements de ses paupières supérieures, et ne peut, la plupart du temps, qu'en soulever une seule à la fois, l'une se refermant quand l'autre œil s'ouvre. C'est surtout à droite que la chute de la paupière est plus prononcée ; plusieurs mois auparavant, le ptosis existait plus marqué à gauche.

M. le docteur Liebreich, qui diagnostiqua dans ce cas les symptômes du *tabes basilaris*, constata en même temps un strabisme convergent avec différence de hauteur, suite de la paralysie de la troisième et de là sixième paire à gauche. A droite, il y avait un peu de paralysie du côté de la sixième paire. Il n'y avait aucun autre symptôme, pas de douleurs fulgurantes, pas d'ataxie des membres.

L'application des courants continus détermina, au bout de fort peu de temps, de la régularité dans les mouvements de la paupière et la disparition de toute difficulté d'élévation. La convergence diminua

également dans une forte proportion, mais ne disparut pas complétement.

Ces effets furent obtenus au bout de trente-cinq séances ; l'amélioration, à partir de ce moment, resta stationnaire. Il n'y eut jamais la moindre excitation du côté du cerveau, ni maux de tête, ni étourdissements.

En rapprochant ces deux observations et d'autres où les troubles oculaires sont très-marqués, on est frappé de l'existence presque constante de maux de tête violents, paraissant surtout le soir et changeant facilement de place. On comparerait volontiers ces douleurs aux douleurs lancinantes des jambes, lorsque la sclérose débute par les parties inférieures de la moelle.

Il nous reste à expliquer le mode d'application des courants continus ; nous allons le faire avec quelques détails, afin d'éviter aux médecins qui voudraient employer ce traitement, des tâtonnements inévitables ou des modes opératoires défavorables.

Préoccupé dans les commencements de la perte de la sensibilité des membres inférieurs et du siége ordinaire de la lésion organique dans la partie lombaire de la moelle, nous appliquions d'abord les courants sur les jambes et sur la partie inférieure de la moelle. Nous mettions le plus souvent un des pôles sur une des jambes, le long du trajet d'un nerf, et l'autre pôle sur la colonne vertébrale à la région lombaire. Lorsque les bras étaient également atteints, nous mettions un des pôles sur le plexus brachial, et l'autre sur l'avant-bras ou sur la colonne vertébrale à la région cervicale.

Ces procédés ne valent rien ; *il est complétement inutile d'électriser les membres*, il faut n'électriser que la moelle.

Donc, quel que soit le cas, il est nécessaire d'agir directement sur les centres et dans une assez grande étendue.

Quand les troubles fonctionnels ne sont manifestes que dans les membres inférieurs, ce qui est assez rare, il faut placer un rhéophore sur la dernière vertèbre lombaire, et l'autre sur les vertèbres dorsales. Lorsque la lésion est limitée à la partie supérieure de la moelle, il faut placer un des pôles sur la sixième ou la cinquième vertèbre cervicale, et l'autre sur la base du crâne ou plutôt sur l'atlas et l'axis. Dans ce cas, nous avons également, pendant la moitié de la séance, placé un des pôles sur la région du cou qui recouvre le ganglion cervical supérieur. Il est inutile, et il peut devenir dangereux d'électriser directement la tête aux environs des yeux. Lorsque la lésion occupe la partie inférieure et qu'il y a en même temps des troubles oculaires, nous plaçons le pôle positif sur la région lombaire, et le pôle négatif du côté du ganglion cervical supérieur. Le courant, dans ces conditions, doit être moins intense. Dans la plupart des cas, il faut placer un pôle, le pôle positif, sur la région lombaire, et l'autre, le pôle négatif, sur la région cervicale.

Il est important d'employer un courant ascendant, c'est-à-dire de placer le pôle positif à la partie inférieure et le pôle négatif à la partie supérieure de la moelle. Si l'on oublie cette règle, on voit souvent les douleurs des membres réapparaître ou même augmenter. Nous en avons fait l'observation plusieurs fois, et cela nous a d'autant plus étonné, que dans la plupart des autres maladies, de même que dans les expériences physiologiques, nous avons toujours vu le courant ascendant être plus excitant que le courant descendant. Dans l'observation où le malade présente des phé-

nomènes nerveux ressemblant à ceux de l'épilepsie spinale, nous avions cru nécessaire d'employer les courants descendants.

Cette application a augmenté les douleurs, que nous avons calmées au contraire par l'emploi des courants ascendants. Ce fait paraît, au premier abord, en contradiction avec les expériences physiologiques.

Il semblerait que dans l'électrisation de la moelle chez les ataxiques nous devions avoir de l'augmentation des douleurs par l'emploi des courants ascendants; et cependant le contraire a lieu. Pour expliquer cette action, il faut nous reporter aux conditions mêmes des faits physiologiques. Si dans les cas normaux et dans certains cas pathologiques, les courants ascendants agissent si activement, c'est qu'ils influent surtout sur les nerfs sensitifs. Si les nerfs sensitifs sont détruits, l'effet inverse se produit. (Voyez *Expériences physiologiques sur le système nerveux*.) Or, dans la sclérose des cordons postérieurs, la sensibilité est en général diminuée, de plus, la lésion matérielle de la moelle lui enlève de son excitabilité, et nous nous trouvons ainsi dans le cas physiologique où un courant descendant agit plus énergiquement qu'un courant ascendant. Ajoutons, de plus, que l'on peut employer des courants très-forts chez les ataxiques sans produire aucun accident, ni excitation consécutive, ni maux de tête, ni troubles gastriques (1); ce qui prouve bien encore combien, malgré certains symptômes qui paraissent dus à une excitation, la moelle joue un rôle passif dans les symptômes, et que ses fonctions, loin d'être surexcitées, sont au contraire affaiblies.

(1) Voyez plus loin l'erreur de cette opinion trop exclusive.

Si, des faits physiologiques nous passons aux lésions anatomiques, nous voyons encore la raison d'être du mode de traitement que nous employons. Il est très-rare de trouver une lésion anatomique dans les nerfs périphériques ; il est donc inutile d'agir sur les membres, et comme la lésion se trouve limitée à la moelle, c'est là seulement qu'il faut chercher à déterminer un changement dans l'état pathologique.

L'ataxie locomotrice est due à la destruction des éléments nerveux, et à leur substitution par un élément inactif et, pour ainsi dire, inerte, le tissu conjonctif ou lamineux. Comment donc peut-on agir sur une pareille lésion, et n'est-il pas illogique de vouloir faire réapparaître les éléments nerveux disparus ? Il est évident que l'on ne cherche pas à détruire le tissu conjonctif ou lamineux qui s'est développé dans les cordons postérieurs de la moelle ; mais comme l'ont observé MM. Charcot et Vulpian, on trouve quelquefois des tubes nerveux de nouvelle formation, et d'un autre côté, dans les commencements de la maladie, d'après l'observation de MM. Charcot et Bouchard, la lésion porte principalement sur les capillaires dont les parois présentent une multiplication de leurs noyaux. De plus, M. Bouchard a encore observé que les cylindres-axes persistaient longtemps au milieu du tissu conjonctif. On voit donc que si les lésions sont graves, on peut espérer cependant en modifier quelques-unes, en agissant convenablement, et sur la fonction des nerfs et sur leur nutrition. Or, de tous les moyens thérapeutiques, aucun ne pourra remplir ce double but aussi efficacement que les courants continus. Ils ont, sur les courants d'induction, l'avantage immense de pouvoir être appliqués directement sur la

moelle, sans causer aucun trouble, et de plus, comme nous l'avons démontré, ils agissent directement sur la fonction des éléments nerveux, en les maintenant pendant un temps plus ou moins long sous l'influence d'un courant électrique, et ils empêchent l'altération de ces mêmes éléments nerveux, en augmentant la nutrition par suite de leur action sur la circulation.

Quant à la disparition souvent très-rapide des douleurs fulgurantes, elle est bien facile à expliquer. Ces douleurs, en effet, s'expliquent surtout par l'irritation des fibres motrices qui déterminent, dans les muscles, des contractures, des crampes, qui quelquefois sont très-manifestes à l'œil nu. C'est cette irritation qui influe sur les nerfs moteurs et consécutivement sur les muscles. C'est la même cause qui détermine la contracture de la vessie; car il est à remarquer que presque toujours il y a chez les ataxiques de la contracture et non de la paralysie de la vessie ; ce n'est qu'à la dernière période que la paralysie de la vessie existe réellement. Ces spasmes musculaires augmentent par les courants continus centrifuges, car ces courants agissent surtout sur la contractilité, et excitent les nerfs moteurs, tandis que les courants ascendants ou centripètes affaiblissent plutôt l'action des nerfs moteurs. On peut donc comprendre facilement pourquoi les douleurs des membres et la contracture de la vessie cessent promptement sous l'influence des courants continus ascendants.

En résumé, si d'un côté les courants continus peuvent agir sur la lésion anatomique, ils parviennent également à amender promptement les symptômes ; quelquefois ceux-ci seuls se trouvent améliorés, et la lésion reste stationnaire. Mais dans une affection aussi terrible, le traitement qui

parvient à soulager et quelquefois à arrêter et même à améliorer la maladie, mérite certes d'appeler l'attention des médecins.

Nous avons publié dans la *Gazette des hôpitaux*, il y a près de deux ans (octobre 1868), les observations et les conclusions qui précèdent. Depuis cette époque, les cas d'ataxie locomotrice que nous avons eu l'occasion de traiter, ont confirmé en grande partie les propositions que nous avons émises ci-dessus. Ne voulant pas citer au long de nouvelles observations qui n'ont pas de valeur bien marquée, nous allons encore insister sur quelques points qui nous paraissent importants et que nous avons eu l'occasion d'étudier récemment.

Soit coïncidence, soit que la préexistence de la syphilis ait une influence sur la marche de la sclérose des cordons postérieurs, nous avons de nouveau eu l'occasion de constater que les cas où il y avait eu précédemment une affection syphilitique étaient bien plus rebelles, et que l'amélioration était plus difficile et plus rare à obtenir.

Nous avons également vu confirmer ce fait, à savoir que dans les cas où il y a contraction ou paralysie de la vessie, les premiers et quelquefois même les seuls signes d'amélioration ont lieu du côté des voies urinaires. Voici le résumé d'une observation à laquelle nous ajoutons d'autant plus d'importance qu'elle a été rédigée par un confrère très-instruit, atteint malheureusement de cette maladie, et que nous avons soigné pendant quelque temps.

— D...., docteur-médecin, est affecté d'ataxie locomotrice, qui date maintenant de dix années, caractérisée par vertige, titubation, chevauchement, faiblesse des membres inférieurs, équilibre instable, surtout en se levant, gaucherie des pieds, impossibilité de marcher dans

l'obscurité et de se tenir debout quelque temps, crampes dans les jambes, etc.

A cette situation on a opposé successivement et sans amélioration marquée l'iodure de potassium, les toniques, l'électricité d'induction, les douches sulfureuses, les ablutions froides.

L'état de D..., à partir de l'automne dernier, s'est aggravé sensiblement, en même temps que l'appétit diminuait beaucoup et qu'il survenait de l'amaigrissement. Déjà depuis longtemps il n'avait plus conscience de la plénitude de la vessie; aussi lui arrivait-il de plus en plus fréquemment d'uriner involontairement pendant la nuit et même pendant le jour.

C'est dans ces conditions que M. D... demanda à être soumis à l'électricité à courant continu, d'abord tous les jours, puis d'une manière plus éloignée.

Depuis la quatrième séance, l'incontinence a presque entièrement disparu : en deux mois elle ne s'est reproduite que trois fois. Ce résultat si important en lui-même ne peut être attribué qu'à l'action de l'électricité, car elle était la seule chose en ce moment employée.

Il faut mentionner en outre que l'appétit est revenu et que l'amaigrissement est en voie de disparaître, bien qu'il ait été très-accusé il y a quelques mois.

Quant au mode d'électrisation, nous avons également quelques observations nouvelles à faire.

Comme nous l'avons dit, nous sommes convaincus qu'il ne faut agir que sur les centres; c'est là qu'est l'affection, c'est donc là seulement qu'il faut placer les rhéophores. L'électrisation des nerfs périphériques ne sert à rien, et si l'on parvient à améliorer par l'électrisation cutanée sur les membres, au moyen du courant faradique, les symptômes d'anesthésie, on excite ainsi la moelle, ce qui amène quelquefois une aggravation du côté des symptômes de la motilité. Il est donc inutile et même dangereux d'électriser les membres avec des courants induits, comme le recommandent MM. Duchenne et Meyer (de Berlin).

Quant à l'emploi du courant constant et continu, Benedikt

conseille d'électriser la moelle journellement pendant trois à six minutes, avec un courant soit ascendant, soit descendant, selon que l'affection siége dans la partie supérieure ou dans la partie inférieure de la moelle. Lorsqu'il y a en même temps des troubles de la sensibilité et de la motilité, il emploie alternativement l'une et l'autre direction.

Si les troubles de motilité prédominent, il électrise à la fois la moelle, la moelle et les nerfs, et enfin la moelle et les muscles, c'est-à-dire qu'il place un des pôles sur la colonne vertébrale et l'autre sur les nerfs moteurs ou sur les muscles. Lorsqu'il y a des phénomènes d'excitation et de spasme, les courants qui vont de la moelle aux nerfs ou aux muscles (spino-nerveux et spino-musculaires) augmentent ces désordres très-souvent, surtout si les courants ont une grande intensité. Dans ce cas, il est préférable d'électriser uniquement la moelle en mettant les deux tampons sur les vertèbres (courants vertébraux).

Benedikt n'a vu qu'un seul cas où les courants continus le long de la moelle n'ont pu être appliqués. Le malade, qui avait des hémorrhoïdes, perdait, après chaque séance, une grande quantité de sang.

Meyer conseille de mettre toujours le pôle positif sur les sur les points de la moelle où le malade accuse une douleur, ou bien sur ceux où l'on peut provoquer une douleur par la pression. Quant au pôle négatif, il le place soit plus haut, soit plus bas, sur un des côtés de la colonne vertébrale.

Remak qui, selon les symptômes, avait divisé cette affection en tabes lombo-sacré, lombo-dorsal, dorsal inférieur et supérieur, cervical, basilaris et cerebellaris, mettait toujours le pôle positif sur la région de la moelle qu'il reconnaissait être affectée.

Nous avons suffisamment indiqué pourquoi l'observation nous avait amené à employer le courant ascendant, et à n'électriser que la moelle. L'électrisation de la moelle et des nerfs (courants spino-nerveux) ne nous a jamais donné d'aussi bons résultats que l'électrisation directe de la moelle, et quels que soient les symptômes, nous plaçons toujours les deux pôles sur les vertèbres, et nous les maintenons pendant six à dix minutes sans faire d'interruption.

Sans vouloir poser comme règle absolue l'emploi du courant ascendant, nous croyons qu'il est presque toujours préférable au courant descendant, et nous avons eu l'occasion de voir chez un ataxique des phénomènes consécutifs très-tranchés, selon la direction du courant. Ce malade, qui avait été très-notablement amélioré pendant plusieurs années par l'emploi du nitrate d'argent qui lui avait été prescrit par M. Charcot, fut repris presque subitement de symptômes ayant une forme aiguë. Il souffrait surtout de douleurs extrêmement violentes qui l'empêchaient de dormir et qui ne se calmaient même que très-difficilement par des injections sous-cutanées de morphine. M. Charcot nous pria d'essayer si l'application des courants continus pourrait parvenir à améliorer ces symptômes, et dès la première séance, en employant un courant ascendant de trente éléments, sur la moelle, nous fîmes disparaître les crampes et les douleurs lancinantes dans les jambes. La nuit fut excellente sous ce rapport, mais par contre le malade avait une excitation générale, de la fièvre et de l'inappétence. Nous essayâmes cependant encore l'emploi des courants continus ascendants et le résultat fut identique, car il y eut de l'excitation générale et même cérébrale, tandis que les douleurs disparurent complétement. Cette excitation nous fit remplacer les cou-

rants ascendants par les courants descendants. Aussitôt les symptômes généraux changèrent complétement; il n'y eut plus d'excitation, mais les crampes reparurent très-violentes dans les jambes. Le lendemain, de nouveau courant ascendant et comme les jours précédents : disparition des douleurs dans les muscles, mais état général très-surexcité. Enfin, seconde application d'un courant descendant et retour des douleurs lancinantes, et cessation de l'excitation générale.

Certes, jamais nous n'avons vu l'influence de la direction être manifestée si nettement, mais il nous faut avouer en même temps que, dans ce cas, l'action thérapeutique des courants continus fut plus nuisible qu'utile, et que le traitement ne put être continué. C'est le seul cas où nous ayons vu un résultat aussi désavantageux, et peut-être faut-il l'attribuer aux conditions dans lesquelles se trouvait le malade, car l'affection était à ce moment dans une période presque aiguë, et après une longue série d'années la maladie récidivait avec une grande violence.

Peut-être devons-nous en même temps nous accuser d'avoir agi trop énergiquement dès le début du traitement. Nous avons laissé les courants traverser la moelle pendant un temps très-long (20 à 25 minutes), et nous les maintenions assez intenses. Nous venions de soigner plusieurs ataxiques, où nous avions avec avantage employé des courants très-énergiques, et nous étions tellement persuadés que cela n'avait aucun inconvénient, que nous avions même écrit (voyez plus haut) « que l'on peut employer des courants très-forts sans produire aucun accident, ni aucune excitation consécutive ».

Nous avouons d'autant plus volontiers notre erreur, qu'elle

peut amener des conséquences très-sérieuses, et qu'elle montre en même temps que dans tous les traitements il faut tenir compte d'une foule de conditions. Il faut, dans tous les cas, savoir faire la part de la science et celle des nombreuses modifications que l'expérience seule peut faire connaître.

Points sensibles de la moelle.

Nous avons vu, dans le paragraphe consacré à l'irritation spinale, que les rhéophores promenés sur la colonne vertébrale déterminent en certains points, selon la partie de la moelle qui est affectée, une douleur très-vive. Depuis, nous avons eu l'occasion d'observer des faits analogues dans les cas d'ataxie locomotrice au début de l'affection, et surtout lorsqu'il existe de l'excitation de la partie inférieure de la moelle. Dans des cas d'altérations anciennes du centre spinal, ces phénomènes n'existent pas ou sont très-rares. C'est du moins ce que nous avons constaté jusqu'à présent (il n'y a que quelques mois que nous faisons cet examen chez les ataxiques). L'observation suivante, où les troubles de la vue ont précédé les autres symptômes, est la première où nous ayons constaté ces points douloureux.

— M. C..., âgé de quarante-deux ans, tonnelier, a eu une syphilis à l'âge de vingt-quatre ans. — Guérison complète sans accidents consécutifs. — En 1865, il s'aperçoit qu'il voit un peu moins de l'œil droit et éprouve en même temps de violents maux de tête. En 1867, il ne voit plus du tout de l'œil droit et vient à Paris consulter M. Sichel. — Traitement mercuriel et iodique. — L'œil droit reste complétement perdu et l'œil gauche commence un peu à s'affaiblir. Il n'éprouve encore à cette époque aucune douleur dans les jambes, aucune incertitude dans la marche.

En 1868, au mois d'août, il revient à Paris consulter M. Desmarres : — la vue du côté de l'œil gauche est restée la même, mais le malade accuse

de l'engourdissement dans la jambe droite, et des douleurs lancinantes de temps en temps, mais à de très-rares intervalles. Traitement : pilules de nitrate d'argent.

Jusqu'au mois d'octobre 1867, le malade prend toujours des pilules de nitrate d'argent et de l'iodure de potassium. A partir de cette époque, il cesse tout traitement. Son état d'ailleurs, en restant stationnaire quant à la vue, s'est aggravé du côté du centre spinal. Il ressent surtout dans la jambe droite des douleurs, qu'il compare à des crampes et éprouve un engourdissement presque constant dans les deux jambes. Il lui semble, selon son expression, qu'il marche quelquefois comme un homme ivre. La marche cependant est encore facile et assez bonne et la sensibilité est conservée dans les membres inférieurs.

En promenant sur toute la colonne vertébrale les tampons d'un courant continu de quarante éléments, on rencontre du côté droit, au niveau de la première vertèbre lombaire, un point très-douloureux; du côté gauche et au même niveau, l'application des électrodes donne une sensation normale. Des deux côtés de la colonne vertébrale et à sa partie tout à fait inférieure, il existe également une sensation très-douloureuse au contact des électrodes.

Nous fîmes passer sur la moelle un courant continu de force moyenne, en mettant le pôle positif sur les points douloureux et un peu au-dessous, et le pôle négatif plus haut sur la région dorsale. Au bout de cinq à six séances, l'hyperesthésie au contact des électrodes avait diminué en ces différents points, et elle disparut complétement à la neuvième séance. En même temps, les douleurs dans les jambes qu'éprouvait le malade avant le traitement n'avaient plus reparu, et les fourmillements avaient notablement perdu de leur intensité. Au bout de vingt séances, les symptômes morbides de la motilité et de la sensibilité avaient disparu, mais les troubles du côté de la vue n'avaient pas été modifiés.

— Chez un malade qui depuis deux ans s'était aperçu en premier lieu de pertes d'érection, et qui peu à peu avait senti quelques fourmillements dans les jambes, de légères crampes, et de la titubation en fermant les yeux, nous avons également rencontré, au niveau des vertèbres lombaires et des deux côtés de la moelle épinière, deux points excessivement douloureux lorsqu'on y plaçait les tampons. Ce malade est encore en traitement, mais déjà, après huit séances, l'hyperesthésie a presque entièrement disparu, et les phénomènes d'excitation se sont beaucoup améliorés.

Chez aucun de ces malades la pression ou le contact de

l'eau chaude ne déterminent de sensation plus prononcée qu'aux autres points de la colonne vertébrale.

L'existence de ces points douloureux peut avoir une grande importance, car elle indique probablement une congestion de la moelle correspondant aux régions où l'on rencontre cette sorte d'hyperesthésie. A la pression, on trouve également souvent des points douloureux, mais cet examen ne donne pas des indications aussi délicates que l'examen par les courants, car partout où la pression détermine de la douleur, les courants continus produisent une sensation du même genre, tandis que la réciproque n'est pas vraie, car le contact des électrodes donne une impression douloureuse dans des points où la pression n'influe en rien.

On peut par ce moyen connaître à peu près les régions de la moelle où l'affection est localisée, ou du moins les régions correspondant à des phénomènes congestifs. C'est là une indication précieuse non-seulement pour l'application de l'électricité, mais encore pour les médications révulsives et le traitement hydrothérapique.

AFFECTIONS CHRONIQUES DE LA SUBSTANCE GRISE DE LA MOELLE.

Atrophie musculaire progressive.

Il paraîtra étonnant à plusieurs médecins que nous placions l'atrophie musculaire progressive parmi les affections de la substance grise de la moelle.

Les résultats fournis jusqu'à ces dernières années par les recherches anatomo-pathologiques sont, en effet, loin de démontrer toujours une lésion dans la substance grise de la moelle. Dans certains cas même, on n'a trouvé aucune lésion. Dans d'autres, on a constaté tantôt des lésions des

racines antérieures, tantôt de la moelle ou des cordons sympathiques.

Lorsqu'on n'a rencontré aucune altération du système nerveux, il faut demander si l'autopsie a été complétée par l'examen histologique. D'un autre côté, dans les cas mêmes où ces recherches ont été faites, M. Jaccoud fait observer avec raison que le grand sympathique n'a pas été examiné. Mais il faut surtout tenir compte des difficultés qui existent dans les recherches de ce genre, et non-seulement, comme nous allons le voir, tenir compte des altérations que l'on peut observer, mais encore de l'absence ou de la diminution des cellules des cornes antérieures.

Sans nous étendre sur les recherches anatomo-pathologiques, nous dirons que toutes les autopsies faites avec soin dans ces dernières années sont venues confirmer les idées de M. Cruveilhier, qui, le premier, avait soupçonné dans la moelle elle-même la cause des altérations musculaires.

Dans les examens histologiques faits par Frommann, Luys, Duménil, Lurkhart-Clarke, Charcot et Joffroy, Hayem, la principale lésion paraît se limiter à la substance grise. M. Charcot surtout a appelé l'attention sur ce point, et nous lui empruntons les détails suivants, que nous croyons utile de faire connaître, même au point de vue du traitement.

Dans deux cas d'atrophie musculaire progressive, l'examen de préparations durcies par l'acide chromique et colorées par le carmin, fait connaître des altérations qui portent les unes sur les faisceaux antéro-latéraux et les autres sur les cornes antérieures. Les faisceaux blancs postérieurs étaient complétement sains, tandis que les altérations des faisceaux antéro-latéraux étaient celles de la sclérose.

« Dans l'examen de la substance grise (1), le haut degré d'atrophie qu'ont subi, dans les cornes antérieures, la plupart des cellules nerveuses, frappe tout d'abord ; il est évident en outre qu'un certain nombre de ces cellules ont disparu sans laisser de traces. Ce sont surtout les cellules du groupe interne ou antérieur qui ont subi les altérations les plus profondes ; ici toutes les cellules qui ont persisté sont plus ou moins atrophiées, tandis que dans le groupe externe on en rencontre sur la plupart des préparations une, deux, trois et même parfois quatre qui ont conservé, à peu près, les dimensions et tous les autres caractères de l'état sain. Parmi les cellules atrophiées, les unes, bien que six ou sept fois plus petites que dans l'état normal, ont cependant conservé leur forme étoilée, leurs prolongements et possèdent encore un noyau et un nucléole distincts. Les autres ne sont plus représentées que par de petites masses irrégulièrement anguleuses, sans prolongement, jaunes, brillantes, d'aspect vitreux ; et en pareil cas, le noyau n'est en général plus distinct.

» Toutes ces altérations peuvent être appréciées d'une manière rigoureuse, lorsque les parties malades sont comparées aux parties correspondantes sur des coupes de moelle provenant de sujets sains. Nous avons pris pour terme de comparaison de très-belles préparations de moelle saine que nous devons à l'obligeance de M. Luckhart-Clarke. »

Dans l'examen histologique de la moelle d'un autre cas, à côté de ces lésions, il existe de longs canaux qui parcourent l'organe dans le sens de son grand axe. Sur les coupes, ces canaux se présentent sous la forme de grandes lacunes

(1) *Archives de physiologie*, nos 4, 5 et 6 (1869). Charcot et Joffroy, *Deux cas d'atrophie musculaire progressive.*

assez régulièrement ovulaires et occupent une partie de la substance grise dont les divers éléments ont disparu. Ces divers canaux sont en partie comblés par une substance amorphe, transparente, finement grenue, qui se continue sans ligne de démarcation bien tranchée avec le tissu avoisinant, qui présente lui-même les caractères de la dégénération granuleuse.

« A quel genre (1) d'altération faut-il rapporter la formation de ces cavités accidentelles? Sont-ce là d'anciens foyers d'hémorrhagie ou de ramollissement? L'absence d'une membrane limitante et de toute trace de pigmentation vitreuse, la nature même du contenu des foyers, et enfin la non existence dans les antécédents pathologiques d'un affaiblissement ou d'une paralysie des membres à début brusque suffit, croyons-nous, pour écarter cette hypothèse. »

« Nous pensons que ces cavités sont le résultat et comme le dernier terme de ce mode particulier de ramollissement du tissu médullaire et plus spécialement de la substance grise que M. L. Clarke décrit sous le nom de *désagrégation granuleuse*. On sait que, d'après la description qu'a donnée cet auteur du processus morbide dont il s'agit, les premiers indices de l'altération se font reconnaître au voisinage des ramifications vasculaires, sous forme d'espace à contours plus ou moins irréguliers où le tissu nerveux se montre notablement ramolli et plus transparent que de coutume. En ces points, on trouve les cylindres d'axe dépouillés de leurs gaînes de myéline ; celle-ci s'est désagrégée, segmentée, et se trouve réduite à l'état de petits blocs ou de masses globuleuses. On ne trouve qu'assez rarement mêlés à ces globules les *corps granuleux* du ramollissement ordinaire.

(1) Charcot et Joffroy, *loc. cit.*, p. 749.

A un degré plus avancé, les parties affectées sont devenues presque translucides, d'une consistance plus molle encore, semi-liquide, et les fragments qui résultent de la désagrégation des éléments nerveux ne sont plus que de très-fines particules. Enfin, au plus haut degré de l'altération, par suite de la dissolution qu'ont subie, non-seulement les détritus des éléments nerveux, mais encore la trame conjonctive, il s'est produit des aréoles ou foyers remplis d'une substance molle, transparente, finement grenue, ou même parfois d'un liquide visqueux tenant en suspension de fines granulations. »

Quoi qu'il en soit, ce qui ressort de la majorité des autopsies d'amyotrophie progressive, c'est une altération des cellules de la substance grise, et surtout des cornes antérieures, car l'intégrité absolue des cellules des cornes postérieures a été plusieurs fois signalée. On a également remarqué, qu'il existait une concordance absolue entre le siége des altérations des cellules d'où émanaient les nerfs moteurs, et la localisation particulière dans les diverses régions du corps.

On a admis pendant longtemps et quelques médecins admettent encore que dans l'atrophie musculaire progressive, il ne s'agit pas d'une lésion du système nerveux conduisant à l'altération trophique des muscles, mais, au contraire, d'une affection primitive des fibres musculaires amenant consécutivement par une marche ascendante des altérations dans les cellules de la moelle.

Cette opinion peut s'appuyer sur quelques faits physiologiques, car très-souvent une lésion à une extrémité d'un nerf produit consécutivement l'atrophie des cellules nerveuses dont ils émanent. MM. Vulpian et Dickinson ont

constaté une diminution du volume de la substance grise chez des amputés qui avaient vécu plusieurs années après l'opération. Mais cette atrophie d'une partie de la moelle n'a aucun caractère commun avec les lésions qu'on observe dans l'atrophie musculaire progressive.

Quelques médecins se sont encore appuyés sur des faits tirés de l'exploration électrique des membres pour admettre que la lésion médullaire est secondaire et non primitive.

Voici comment s'exprime Niemeyer (1) : « Depuis que l'on est presque généralement tombé d'accord sur ce fait que la persistance de l'excitabilité dans les muscles atrophiés, tant qu'ils renferment encore des éléments musculaires, doit être envisagée comme le signe pathognomonique de l'atrophie musculaire progressive, le débat sur la nature de la maladie a été jugé dans un sens favorable à l'opinion des auteurs qui considèrent l'atrophie musculaire progressive comme une affection primitive des muscles.»

« En effet, *dans toute dégénération des nerfs périphériques, l'excitabilité de ces nerfs s'éteint* de très-bonne heure, et comme, envisagés à ce point de vue, les nerfs sont périphériques à partir du point où ils sortent du cerveau ou de la moelle épinière, l'atrophie musculaire progressive, dans laquelle les nerfs et les muscles conservent leur excitabilité tant que le muscle n'est pas entièrement détruit, ne peut évidemment pas dépendre d'une dégénération des racines antérieures des nerfs rachidiens. »

Niemeyer ajoute encore : « La persistance de l'excitabilité contractile des muscles en voie de dégénérescence pourrait faire croire plutôt à une altération centrale du cerveau ou de la moelle épinière, bornée à des foyers d'une faible

(1) *Traité de pathologie interne*. Deuxième édition, p. 629 et suiv.

étendue, comme cause première de l'atrophie musculaire progressive ; toutefois le degré même de l'atrophie qui, dans aucune autre paralysie cérébrale ou spinale, ne se développe avec une rapidité et une intensité aussi grandes, peut encore être considéré comme un argument suffisant contre une semblable manière de voir. »

L'erreur de Niemeyer tient à plusieurs causes, dont la principale est qu'il semble ignorer ou du moins qu'il ne tient aucun compte de ce fait anatomo-pathologique si constant dans l'atrophie musculaire progressive, que dans les muscles malades on trouve toujours au milieu de fibres altérées des fibres qui sont encore parfaitement saines. S'il est vrai que lorsque les nerfs ou les centres sont dégénérés, l'excitabilité des nerfs périphériques s'éteint, cela ne prouve en aucune façon qu'il en soit de même lorsqu'une partie seulement des nerfs vient à être altérée. Or, nous avons vu que l'examen histologique de la moelle nous enseignait qu'une partie seulement des cellules motrices étaient atrophiées ou détruites, et que par conséquent, parmi les nerfs moteurs qui provenaient de ces régions médullaires, il y avait à côté de nerfs altérés, d'autres qui étaient encore à l'état normal. L'argument de Niemeyer n'a donc pas la valeur qu'il suppose et ne prouve nullement que l'affection des muscles soit primitive.

L'examen histologique des muscles indique, d'un autre côté, que parmi des fibres atrophiées il en existe encore qui sont parfaitement saines.

Le mode d'atrophie dans cette affection est d'ailleurs presque spécial. Il est caractérisé par la diminution graduelle de volume des faisceaux striés, dont l'enveloppe ou *sarcolemme* revient sur elle-même, à mesure que son con-

tenu strié disparaît. En même temps les stries deviennent de moins en moins évidentes et il se dépose des granulations dans les faisceaux. Les stries n'ont tout à fait disparu et le faisceau n'a complétement l'aspect granuleux qu'à l'époque à peu près où ce cylindre a perdu environ la moitié de son diamètre. Il n'est pas rare pourtant de voir des faisceaux qui n'ont plus de stries, et ne sont pas encore devenus moitié plus petits, tandis que d'autres, réduits au tiers de leur diamètre, ont encore des stries longitudinales et transversales évidentes (1).

Benedikt (2) a observé que dans l'atrophie musculaire progressive l'épuisement de la contractilité est plus rapide qu'à l'état normal, et, comme Remak, il dit que les contractions réflexes sont bien plus prononcées. Enfin l'excitabilité des troncs moteurs est tantôt normale, tantôt augmentée et tantôt diminuée.

Elle est quelquefois diminuée pour des muscles qui n'ont encore aucune altération apparente, tandis qu'elle est augmentée lorsque l'atrophie et la paralysie sont très-manifestes.

Comme nous le verrons dans le chapitre consacré à l'étude du système musculaire, lorsque les nerfs périphériques ou les cellules nerveuses dont ils proviennent sont altérés, les muscles perdent toujours leur contractilité farado-musculaire (3), mais il n'en est pas de même

(1) Robin, *Note sur l'atrophie des éléments anatomiques.* (*Soc. de biologie.* 1854.)

(2) *Loc. cit.*, p. 384.

(3) Nous désignons par *contractilité farado-musculaire* celle qui a lieu sous l'influence des courants induits ou faradisation ; et par *contractilité galvano-musculaire*, celle qui a lieu sous l'influence des courants continus ou galvanisation. Cette distinction est nécessaire dans beaucoup de cas.

pour la contractilité galvano-musculaire. Celle-ci peut augmenter, diminuer ou être abolie selon les cas. En général, elle est abolie ou diminuée lorsque la lésion nerveuse est rapide, et qu'elle entraîne promptement des altérations trophiques. Elle est au contraire augmentée lorsque la fibre musculaire est privée de l'influx nerveux, et qu'elle ne subit que de lentes altérations trophiques.

Voici ce que nous avons observé dans les cas d'atrophie musculaire, et cette observation vient confirmer d'une manière très-nette que l'altération de la moelle est primitive et non consécutive.

La contractilité persiste pour les courants induits, mais elle est un peu affaiblie et se soutient moins longtemps.

Pour les courants continus appliqués directement sur les muscles, nous avons constaté à plusieurs reprises que ces *contractions étaient aussi fortes et même plus énergiques que lorsqu'on électrise les nerfs moteurs*. Ce phénomène indique d'une manière certaine que l'altération des muscles n'est pas primitive, et que les nerfs périphériques ont été altérés avant les muscles (1). On peut, en effet, d'après la seule inspection des phénomènes que présente la contractilité farado- et galvano-musculaire, indiquer d'avance le genre de lésions qu'a subies le muscle, et nous verrons également dans d'autres affections combien cet examen est utile pour le diagnostic et le pronostic.

Le courant ascendant donne des contractions plus fortes que le courant descendant, ce qui indique que les actions réflexes sont très-évidentes et même augmentées.

Dans quelques cas, l'électrisation des nerfs moteurs avec

(1) Voyez le chapitre : *Des différences d'action des courants induits et des courants continus dans certains cas pathologiques des muscles striés.*

les courants continus détermine des contractions plus facilement que sur des membres sains, ce qui semble démontrer qu'à une certaine période de la maladie les nerfs périphériques ont plus d'excitabilité qu'à l'état normal.

Quant au traitement électrique, nous l'étudierons en même temps que celui des autres affections chroniques de la moelle.

De la paralysie infantile. Paralysie spinale des enfants (1).

« Chez un enfant, dit M. Laborde dans son excellent travail *De la paralysie infantile* (Paris, 1864), normalement conformé, ne présentant aucune atteinte de la motilité, et dont l'âge varie de quelques jours à quatre ans, plus souvent de un à trois, éclate soudain, sans cause appréciable et en pleine santé, un état fébrile d'une durée de vingt-quatre heures à quelques jours (mais rarement plus de huit), accompagné quelquefois de symptômes convulsifs et immédiatement suivi de paralysie du mouvement, avec conservation de la sensibilité. Souvent complète et généralisée dès le début, cette paralysie, qui n'atteint que par exception les muscles supérieurs isolément, et qui affecte presque toujours la forme paraplégique, éprouve bientôt une rémission dans son étendue et dans son intensité ; elle se retire de certaines parties où elle s'était d'abord montrée et se fixe en se localisant de plus en plus dans d'autres, lesquelles se trouvent de la sorte vouées à l'*atrophie*, aux *déformations*, en un mot, aux divers désordres qu'engendrent, d'une part, les altérations de nutrition et l'impuissance motrice

(1) On observe quelquefois, mais très-rarement, cette affection chez les adultes. M. Duchenne en a vu deux cas.

prolongée, d'autre part, la prédominance de l'action des muscles sains sur celle des muscles paralysés. »

Au point de vue du traitement et du pronostic, il faut distinguer deux périodes : 1° la période aiguë ; 2° la période chronique.

Dans la période aiguë, l'électrothérapie n'a pas à intervenir, car l'affection est essentiellement inflammatoire, comme le prouvent la présence d'une fièvre plus ou moins intense et le début brusque de la maladie. Souvent même on observe des convulsions ; en même temps plusieurs muscles sont envahis d'emblée, symptômes qui tous indiquent une affection aiguë de la moelle.

Les moyens thérapeutiques employés à ce moment sont ceux de toute méningite ou myélite. L'électrisation même à courants continus doit être proscrite pendant cette période.

Mais dès que la fièvre est tombée, et qu'il y a un léger amendement, nous croyons utile d'employer des courants continus modérés et à direction descendante sur la moelle.

Les muscles le plus souvent atteints sont le jambier antérieur, l'extenseur des orteils, le deltoïde, c'est-à-dire les muscles extenseurs (le jambier par rapport au pied et comparativement aux membres supérieurs peut être considéré comme extenseur). Nous avons déjà vu, pour les paralysies rhumatismales, cette prédominance de la paralysie des muscles extenseurs. Il en est de même pour les intoxications saturnines et pour la plupart des paralysies, consécutives à des affections générales.

Aussi, la plupart des paralysies infantiles produisent le pied bot et surtout le varus équin, par suite de l'atrophie du jambier antérieur et de la rétraction des muscles gastrocnémiens.

Nous indiquerons plus loin les points principaux du traitement électrique, en étudiant d'une manière générale le mode d'application des courants dans les affections chroniques de la moelle.

Au point de vue du diagnostic, il est important de ne pas confondre la paralysie spinale infantile avec la paralysie hémiplégique, que l'on rencontre chez les enfants et qui se produit dans les mêmes conditions que la paralysie infantile. Dans ces derniers cas, d'ailleurs, l'électricité peut servir de moyen de comparaison.

Dans la paralysie spinale infantile, les muscles ont perdu leur contractilité farado-musculaire, mais conservent encore en général leur contractilité galvano-musculaire. Il ne faudrait pas croire cependant que la contraction par les courants continus soit très-prononcée et très-facile, au moins plusieurs semaines après le début de l'affection ; elle est au contraire faible et nécessite un courant assez intense. Mais dans tous les cas, le fait caractéristique est la perte de la contractilité pour les courants induits, et sa persistance plus ou moins complète pour les courants continus.

Pour l'hémiplégie infantile, la contractilité est au contraire conservée pour tous les modes d'électrisation, et les muscles ne s'atrophient qu'à la longue. De plus, les premiers mois, on rencontre plutôt de la contracture qu'une paralysie proprement dite.

Il est probable que dans l'hémiplégie infantile il se fait du côté des centres cérébraux une inflammation localisée qui amène la destruction des cellules cérébrales, de même que dans la paralysie spinale infantile il y a inflammation primitive de certaines régions de la moelle et disparition consécutive des cellules motrices.

La destruction de cellules cérébrales amène peu à peu la contracture et l'atrophie des membres paralysés, comme cela a lieu dans l'hémorrhagie cérébrale chez les adultes ou les vieillards, car le résultat est toujours le même, quel que soit le mode d'altération des cellules cérébrales. Il est difficile d'admettre, actuellement que nous connaissons mieux la cause des hémorrhagies dans les centres nerveux (altération des parois vasculaires, anévrysmes miliaires), que chez les enfants, il puisse se faire des hémorrhagies cérébrales, tandis que la fièvre, les convulsions, etc., qui accompagnent l'hémiplégie infantile indiquent qu'il s'agit là d'une affection de nature inflammatoire.

Nous avons eu l'occasion d'observer deux fois, chez des enfants de deux à quatre ans, un genre de paralysie que l'on avait confondu avec une paralysie infantile et qui s'en distinguait par des symptômes tellement particuliers que nous ne saurions les faire entrer dans aucune des divisions nosologiques admises jusqu'ici.

Le début de l'affection avait eu lieu vers l'âge d'un an, et avait été accompagné de convulsions. Mais au lieu d'avoir comme symptômes consécutifs de la paralysie et de l'atrophie de certains muscles, il y avait une paralysie ou plutôt une paresse de tous les muscles du corps. La contractilité électro-musculaire était conservée dans tous les muscles, les enfants pouvaient mouvoir leurs jambes et leurs bras, mais les mouvements étaient assez limités. Ils ne pouvaient se tenir debout, et ne pouvaient soutenir leur tête qui tombait toujours d'un côté ou de l'autre, et qu'on était obligé de maintenir constamment. Cependant quelquefois, soit dans un moment de colère ou de joie, ils parvenaient pendant quelques secondes à se redresser et à soulever leur tête.

Nous n'avons trouvé nulle part la description de cette affection, que nous ne saurions mieux caractériser que par une sorte de parésie musculaire. Il semble en même temps que l'influx nerveux nécessaire pour produire la tonicité normale fait complétement défaut.

Pathogénie. — M. Laborde est le premier qui ait fait avec soin des recherches histologiques sur l'altération des centres nerveux dans la paralysie infantile. Il a trouvé, dans deux cas qu'il a observés, une atrophie des tubes nerveux des cordons antéro-latéraux ; cette atrophie s'accompagnait d'une augmentation du tissu conjonctif et d'un nombre considérable de corpuscules amyloïdes. M. Cornil, de son côté, a trouvé plus tard, dans des cas analogues, une atrophie des faisceaux antéro-latéraux de la moelle et des cordons nerveux se rendant aux muscles atrophiés (1).

La lésion fondamentale a été observée pour la première fois par MM. Vulpian et Prévost ; elle consiste dans l'atrophie et dans la destruction des cellules des cornes antérieures.

Depuis, L. Clarke et MM. Charcot et Joffroy ont confirmé ces mêmes faits. D'après ces auteurs, la lésion centrale est surtout bornée aux cornes antérieures. Elle s'accuse d'abord à l'œil par une diminution de tous les diamètres et par une déformation plus ou moins prononcée de la corne affectée. Un examen plus minutieux permet en même temps de reconnaître que des groupes entiers de cellules nerveuses, et parfois toutes les cellules nerveuses d'une même région, ont disparu sans laisser de traces, et sont remplacés soit par une substance transparente, fine-

(1) Voy. Aug. Ollivier, *Des atrophies musculaires*. Thèse d'agrégation. Paris, 1869.

ment grenue, traversée çà et là par des fibrilles délicates, soit par un lacis très-dense formé par des fibrilles.

« On pouvait suivre, sur une même coupe, les racines antérieures des nerfs de chaque côté de la moelle, dans leur trajet à travers les cordons antéro-latéraux, et constater que les plus atrophiées de ces racines, correspondaient à celles des cornes antérieures où la lésion se montrait le plus prononcée. »

« En ce qui concerne la substance blanche de la moelle épinière, partout elle était beaucoup moins profondément altérée que la substance grise. Les faisceaux postérieurs, examinés dans toute la hauteur de la moelle, n'offraient aucune altération appréciable. Quant aux faisceaux antéro-latéraux, ils présentaient une atrophie manifeste, qui se montrait surtout prononcée du côté de la moelle où la lésion de la substance grise était le plus fortement accentuée (1). »

Ces lésions des centres nerveux ont de nouveau été observées dans un cas tout récent (2), par M. Vulpian et M. Hallopeau.

Quant aux altérations des muscles, elle consiste, comme l'a indiqué M. Robin dès 1855, dans une *substitution graisseuse ou adipeuse des muscles*, et non dans une *transformation graisseuse*. Il y a atrophie des faisceaux musculaires striés et remplacement par des vésicules adipeuses de nouvelle génération qui naissent à leur place. Les fibres perdent la régularité de leurs stries et se remplissent de granulations moléculaires bien longtemps avant d'avoir diminué de volume de moitié : plus tard, les faisceaux se

(1) Charcot et Joffroy, *Archives de physiologie*. 1870.
(2) *Ibid.*, n° 2. 1870.

résorbent tout à fait, soit en offrant çà et là des interruptions, disparaissant comme des barres de plomb qui fondent par leurs bouts et devenant de plus en plus courtes sans perdre beaucoup de leur diamètre; soit en étant comprimés par les vésicules adipeuses voisines. Au fur et à mesure que des faisceaux disparaissent, des séries de vésicules adipeuses en prennent la place et se substituent ainsi aux éléments musculaires.

L'altération des muscles diffère donc de celle qu'on trouve dans l'atrophie musculaire progressive, mais la lésion centrale paraît être identique. L'atrophie des cellules nerveuses des cornes antérieures n'est donc pas la lésion pathognomonique de la paralysie spinale, car on la rencontre dans l'atrophie musculaire progressive.

Enfin, dans la paralysie glosso-labio-laryngée, c'est également une altération du même genre que l'on constate dans les cellules du bulbe.

Dans la paralysie glosso-labio-laryngée, l'atrophie musculaire progressive, la nature de la maladie et sa marche, paraissent être identiques, et les différences des symptômes ne sont que le résultat de la région qu'occupe l'altération du système nerveux. Dans les deux cas en effet, c'est une atrophie progressive des cellules, avec paralysie et atrophie consécutives des muscles qui reçoivent leurs nerfs de ces centres.

Nous avons vu plus haut que dans l'atrophie musculaire progressive, les muscles atteints se contractaient mieux par les courants continus que par les courants induits, et nous avons également constaté, dans un cas de paralysie labio-glosso-pharyngée, que les muscles de la face paralysés répondaient mieux à l'excitation galvanique qu'à l'excitation

faradique, ce qui est un argument de plus en faveur de l'analogie qu'offrent ces deux affections.

Il est impossible, par contre, d'identifier la paralysie spinale infantile et l'atrophie musculaire progressive, et pour concevoir comment la lésion des mêmes éléments nerveux peut donner lieu à des altérations et à des symptômes différents, il nous faut étudier les modifications trophiques qui peuvent survenir sous l'influence du système nerveux. Cette question est d'ailleurs des plus importantes, même au point de vue thérapeutique, et nous croyons devoir lui consacrer tout le paragraphe suivant.

Des troubles de nutrition consécutifs aux affections des nerfs. Y a-t-il des nerfs trophiques ?

Il est incontestable que les muscles ou les nerfs qui sont privés de l'influence centrale du système nerveux finissent par s'altérer et par s'atrophier. Il y a donc des troubles de nutrition qui surviennent chaque fois qu'un de ces éléments est soustrait à l'action du système nerveux. Mais la marche et le caractère de ces atrophies, ayant pour cause l'*absence d'action* du système nerveux, sont bien différents de ceux qu'on observe dans certains cas de *compression* et d'*irritation* des nerfs. La division suivante, faite par M. Brown-Séquard, est donc très-importante, et paraît fondamentale : « J'ai vu, dit cet illustre physiologiste, plusieurs centaines d'animaux survivre des mois entiers à la section de la moelle épinière, et ne présenter aucune lésion dans ces parties paralysées, si ce n'est une atrophie assez lente à se montrer. Dans deux cas, au contraire, où des exostoses se sont formées à l'endroit de la section de la moelle, il y a eu une atrophie considérable en cinq ou six jours, et une

ulcération gangréneuse du sacrum et de quelques points à la cuisse. *Il faut donc distinguer les effets de l'irritation de la moelle épinière et des nerfs, et ceux de la paralysie ou simple cessation d'action ; en d'autres termes, il faut distinguer les effets de l'action morbide de ceux de l'absence d'action.* »

Tout le monde est d'accord sur ce point, que dans la simple absence d'action du système nerveux les troubles de nutrition proviennent du défaut d'activité des éléments. Dans tous les organes doués de propriétés de la vie animale, « il y a solidarité entre la nutrition et l'exercice de la propriété spéciale à l'élément anatomique, de telle sorte que lorsqu'on le met dans l'impossibilité de manifester celle-ci, la nutrition se modifie graduellement et entraîne peu à peu l'atrophie avec modification de structure. » (Robin.)

La divergence d'opinions entre les auteurs n'a lieu que dans l'explication des altérations actives à la suite de compression ou d'irritation des nerfs ou de la moelle, les uns admettant que les troubles de nutrition ne sont jamais que le résultat de changements vasculaires, les autres, au contraire, voulant que ces troubles de nutrition soient produits par l'irritation de nerfs spéciaux appelés *nutritifs* par Auguste Comte (1) et *trophiques* par Samuel. Ces nerfs auraient une influence directe sur la nutrition et se ren-

(1) C'est en 1854 qu'Auguste Comte a parlé, pour la première fois, de *nerfs nutritifs* (*Politique positive*, t. IV, p. 237). « ... Outre cette influence générale, le centre cérébral se rattache particulièrement au corps par les *nerfs spéciaux de la nutrition*. Ils remplissent envers elle, avec moins d'énergie, un office de perfectionnement analogue à celui des nerfs moteurs pour les fonctions musculaires. »

Dans une lettre au docteur Audiffrent, écrite en 1857 et publiée en 1862 dans l'*Appel aux médecins*, Aug. Comte dit : « Il n'existe réellement que trois classes de nerfs, nutritifs, sensitifs et moteurs, qui con-

draient sur les cellules mêmes ou sur les épithéliums, de la même manière que les tubes nerveux vont s'appliquer sur les faisceaux musculaires.

La question revient donc à celle-ci : Le système nerveux a-t-il une influence directe sur la nutrition ?

Samuel et les partisans des nerfs trophiques admettent que les animaux inférieurs ainsi que toutes les cellules se nourrissent d'après les lois générales, mais que, dans les organisations élevées, la nutrition reçoit une excitation spéciale à l'activité, par l'influence incessante des nerfs trophiques (1).

La suppression de cette influence trophique des nerfs n'arrête pas la nutrition ni les phénomènes qui reposent sur elle, mais elle l'affaiblit beaucoup, tandis que son augmentation exagère le mouvement nutritif.

Il y a donc un premier point qui est hors de toute discussion, c'est que chaque élément anatomique a son autonomie, et qu'il peut se nourrir en dehors de l'influence directe du système nerveux.

Ce fait une fois admis, il s'agit de savoir si dans certains cas, et ils sont très-nombreux et incontestables, le système nerveux exerce sur les phénomènes de nutrition une action directe ou si cette action n'est toujours qu'indirecte.

stituent, si l'on veut, autant de systèmes respectivement subordonnés aux trois régions du cerveau.»

Cette théorie a été également développée par le docteur Audiffrent, dans son *Traité du cerveau et de l'innervation*.

Dans d'autres chapitres, au contraire, et antérieurs à ceux que nous venons de citer, Auguste Comte est loin d'être partisan des nerfs trophiques.

(1) Voyez la thèse de Mongeot : *Recherches sur quelques troubles de nutrition consécutifs aux affections des nerfs*. Paris, 1867 ; et la critique qu'en a faite M. Robin dans le *Journal d'anatomie et de physiologie*. Mai, 1867.

La majorité des auteurs, Cl. Bernard, Robin, Virchow, n'admettent qu'une action indirecte du système nerveux sur la nutrition, qui a lieu par l'intermédiaire des nerfs vaso-moteurs. Ceux-ci font resserrer ou dilater les vaisseaux, diminuent ou augmentent l'abord du sang, et, par conséquent, peuvent modifier la nutrition des tissus.

A cette théorie des nerfs vaso-moteurs, les partisans des nerfs trophiques (1) répondent, avec raison, que ni le resserrement, ni la dilatation des vaisseaux ne produisent des troubles de nutrition, qu'il y a des exemples de paralysie des nerfs vaso-moteurs pendant des mois et des années, sans aucune modification trophique, et qu'au contraire la nutrition dans quelques-uns de ces cas semble augmenter.

Cette objection a cependant un côté spécieux, car s'il est vrai que la paralysie ou l'excitation des nerfs vasculaires est hors d'état de produire une inflammation, il faut cependant tenir compte de ce fait, mis hors de doute par les observations pathologiques et expérimentales, que lorsque les nerfs vaso-moteurs sont paralysés, la moindre cause produit de l'inflammation.

L'inflammation, en effet, ne consiste pas seulement dans des troubles de nutrition, mais elle débute par un arrêt de la circulation capillaire. Comme nous l'avons développé dans le chapitre sur la circulation, le plus léger obstacle à la circulation périphérique peut amener des stases sanguines considérables, lorsque les nerfs vaso-moteurs sont

(1) Nous profitons, dans l'étude de cette question, des intéressantes leçons faites, à l'hôpital de la Salpêtrière, par M. Charcot. — Voy. *Mouvement médical*, juin 1870. (Leçons de M. Charcot recueillies par M. Bourneville).

paralysés ; les artérioles ayant perdu leur contractilité autonome ne peuvent plus combattre localement ces troubles circulatoires. Les vaisseaux se laissent distendre et restent inertes, et, par conséquent, dès qu'en un point il y a un léger obstacle et quelques globules accumulés, aussitôt la circulation est arrêtée en ce point, la masse sanguine qui vient incessamment se trouve interceptée, les capillaires s'obstruent peu à peu, et l'inflammation est déclarée. L'arrêt du sang dans les capillaires, la privation de sang nouveau oxygéné, doit nécessairement amener consécutivement et très-rapidement des troubles de nutrition. Nous ne voulons pas insister plus longuement sur ce sujet, et nous en tirons aussitôt la conclusion suivante :

Il y a des lésions trophiques qui sont le résultat d'un changement dans la circulation capillaire à la suite d'altérations des nerfs vaso-moteurs.

Mais nous ajoutons de suite qu'il existe d'autres lésions trophiques où les troubles de la circulation sont peu marqués. Ce sont ces cas qu'il nous reste à étudier.

— La plupart des auteurs qui nient l'existence des nerfs trophiques n'admettent que les nerfs moteurs, les nerfs sensitifs, et les nerfs vaso-moteurs. Ils rejettent, par conséquent, les nerfs sécréteurs, et ils considèrent les organes sécréteurs comme agissant « en vertu d'une propriété inhérente à leur tissu, et qu'ils ne doivent nullement aux nerfs qu'ils reçoivent. Ceux-ci se bornent, comme dans l'acte de la nutrition, à régulariser la marche du phénomène sécrétoire. » (Chauveau.)

Cependant des expériences de Ludwig démontrent que la sécrétion salivaire peut avoir lieu en l'absence de toute circulation et par une action directe des nerfs. L'excita-

tion de la corde du tympan amène une sécrétion de salive, même en liant l'artère ou en enlevant complétement la glande sous-maxillaire. Ludwig en conclut très-légitimement que l'on doit admettre, outre les fibres vaso-motrices, d'autres fibres spécifiques qui agissent directement sur la sécrétion, et Pflüger même prétend en avoir constaté l'existence et avoir observé des tubes nerveux se terminant directement dans les cellules glandulaires.

Comme les auteurs qui rejettent l'existence des nerfs trophiques n'admettent pas celle des nerfs sécréteurs, il est arrivé nécessairement, comme cela arrive toujours dans l'histoire des sciences, que la découverte des nerfs sécréteurs est devenue un argument en faveur de l'existence des nerfs trophiques. C'est, en effet, sur cette seule expérience de Ludwig, que s'appuient les partisans des nerfs trophiques.

Ils prétendent, avec raison, que cette influence des nerfs sur la sécrétion indique que le système nerveux a une action sur les phénomènes chimiques qui se passent dans les éléments anatomiques.

Quant à nous, jusqu'à présent, nous sommes en accord complet avec les partisans des nerfs trophiques, et pour simplifier la discussion, nous avons admis sans conteste les nerfs sécréteurs ou les nerfs glandulaires. D'un autre côté, cependant, nous ne saurions admettre des nerfs spéciaux agissant sur la nutrition, et nous croyons qu'à partir de ce point, les défenseurs des nerfs trophiques ont fait une grande confusion entre la nutrition et la fonction d'un élément, entre les phénomènes chimiques qui accompagnent la nutrition et ceux qui s'accomplissent pendant le fonctionnement.

La nutrition consiste dans une rénovation moléculaire continue, dans un échange de matières, les unes pénétrant l'élément anatomique par assimilation, les autres en sortant par désassimilation. Pour quelques éléments anatomiques ou pour certains animaux inférieurs, il n'existe que cette seule propriété, et la fonction est purement passive ou du moins elle est continue et se confond avec la nutrition. Chez les animaux supérieurs, et pour les éléments qui constituent les organisations élevées, la fonction est au contraire intermittente et consiste physiologiquement dans l'activité, c'est-à-dire dans la manifestation des propriétés inhérentes à telle ou telle substance, et chimiquement dans la combinaison des molécules en présence, combinaison qui est presque toujours une oxydation. Toute fonction use, dépense les activités moléculaires accumulées lentement par la nutrition. La nutrition est, il est vrai, également une oxydation, mais elle est lente, tandis que le processus chimique qui accompagne la fonction est une oxydation rapide.

La nutrition a lieu constamment (excepté peut-être pendant le fonctionnement), et elle constitue le caractère essentiel et fondamental de la vie ; la fonction, au contraire, ne peut durer qu'un certain temps, elle a bientôt épuisé toutes les énergies possibles de l'élément, et il faut des instants de repos pour que la nutrition puisse de nouveau y accumuler les matériaux nécessaires à l'oxydation rapide qui détermine la fonction.

Or quel est le rôle du système nerveux dans toute l'économie ? Il consiste uniquement à provoquer la fonction des éléments anatomiques avec lesquels il correspond. Quel que soit le nom que l'on donne à des filets nerveux ou à un en-

semble d'éléments nerveux, on est toujours obligé en dernier lieu de leur reconnaître ce caractère essentiel, d'agir comme force de dégagement. Ce n'est que par un abus de langage qu'on dit qu'il y a des nerfs moteurs ou des nerfs sensitifs, car il n'y a à vrai dire que des filets nerveux qui se rendent à des éléments spéciaux dont ils déterminent le fonctionnement. Les nerfs dits sensitifs se rendent à des cellules nerveuses dont la sensibilité est la propriété immanente, de même que la contractilité est la propriété immanente de la fibre musculaire, et l'excitation des filets qui se rendent aux cellules sensitives les met en activité, provoque leur fonction de sensibilité, de même que l'excitation des nerfs qui se rendent aux muscles provoque la contraction. Le rôle des filets nerveux est donc partout et toujours le même; il met en activité les propriétés des éléments avec lesquels il communique, il fait fonctionner les éléments, c'est-à-dire qu'il fait oxyder les principes immédiats qui y sont renfermés.

De quelque manière qu'on veuille envisager le système nerveux, quels que soient les nerfs qu'on suppose, on ne peut jamais concevoir un rôle autre que celui de provoquer le fonctionnement des éléments spéciaux. Le nerf moteur met la fibre musculaire en activité, le nerf sensitif met la cellule sensitive en activité, le nerf secréteur met les cellules glandulaires en activité; tous ainsi agissent forcément sur les modifications chimiques qui se font dans chaque élément spécial; mais en augmentant la dépense et l'usure.

L'influence directe du système nerveux, loin d'être *trophique*, c'est-à-dire d'agir sur les actes moléculaires ou chimiques de la nutrition, est donc au contraire toujours *anti-trophique*, car elle détermine l'oxydation des principes

accumulés par la nutrition, et détruit pour ainsi dire l'œuvre des actes nutritifs qui ont lieu pendant le repos fonctionnel. Le rôle du système nerveux est destructeur des principes assimilés, et non réparateur. Il emploie et use les matériaux fournis par le mouvement normal d'endosmose; aussi à l'état normal son action n'est jamais continue, et même pour les organes de la vie végétative il y a nécessairement des intervalles de repos (1).

Cette étude a des conséquences des plus importantes, et nous allons voir combien elle nous permet de mieux comprendre les troubles trophiques qui succèdent à l'*irritation* des nerfs, et en même temps de mieux définir ce mot d'*irritation* qui a été si souvent employé d'une manière vague et métaphysique.

Dans la théorie des nerfs trophiques, les auteurs arrivent à une conclusion qui, à elle seule, suffit à démontrer combien leur théorie part d'un principe faux.

Pour eux, les troubles nutritifs qui surviennent à la suite d'une irritation sont dus à l'exagération de l'action des nerfs trophiques. « L'accroissement subit de l'influence des nerfs trophiques au-delà de sa mesure physiologique produit un développement très-rapide de tout le processus nutritif dans toute l'étendue de leur domaine. L'irritation aiguë de ces nerfs donne naissance à une série de produits anormaux, précisément parce qu'*elle accélère au plus haut degré le processus nutritif*. Les tissus s'enflent subitement, les cellules croissent rapidement ; elles se divisent ; d'où formations nouvelles ne ressemblant plus au type mère. Nous

(1) Voy. *Revue des cours scientifiques*, 12 février 1870; Onimus, *Des forces en tension et des forces vives dans l'organisme animal.*

sommes habitués à appeler tout cet ensemble de phénomènes du nom d'*inflammation aiguë.* » (Samuel, *Die trophischen Nerven.*)

Ainsi, voilà l'inflammation qui n'est qu'une nutrition exagérée ! L'action de ces nerfs qui président à la nutrition, si elle vient à être augmentée, produit non des phénomènes nutritifs normaux plus considérables, mais des troubles considérables de la nutrition et la destruction rapide des éléments ! Exagérer la nutrition d'un organe, c'est donc en amener la destruction complète en deux ou trois jours ! Cette théorie ressemble fort à l'ancien préjugé qui admettait des maladies par excès de santé. Il est vrai qu'une école histologique dit également que l'inflammation n'est qu'une exagération de la nutrition normale.

Mais c'est vraiment se faire une idée peu nette des conditions de milieux qu'exige la nutrition normale. Dans un tissu enflammé, le sang oxygéné fait défaut, les produits de désassimilation restent stagnants, et l'assimilation ne trouve plus les matériaux nécessaires à la vie des éléments ; la composition des principes immédiats ne peut rester la même et l'élément s'altère et se détruit parce que sa composition est changée et que les milieux qui lui sont nécessaires sont modifiés. Si quelques éléments prolifèrent, c'est qu'ils ont trouvé leurs conditions d'existence ; mais les autres éléments, tels que la fibre musculaire ou le tube nerveux, non-seulement n'ont pas une nutrition exagérée, mais ils ne se nourrissent plus du tout, et s'altèrent rapidement.

D'un autre côté, chez l'enfant, chez l'embryon où le processus nutritif se fait plus rapidement que chez l'adulte, on ne voit aucun des phénomènes de l'inflammation, que les

défenseurs des nerfs trophiques prétendent être le fait caractéristique de l'augmentation de la nutrition.

Dans certaines conditions, on voit également un tissu ou toute une région du corps avoir une nutrition exagérée, et cependant dans tous ces cas il n'y a qu'une hypertrophie normale. Aucun fait ne permet donc d'admettre cette assimilation entre l'inflammation et une nutrition exagérée.

D'ailleurs, la théorie des partisans des nerfs trophiques se réduit à cette proposition : « Il existe des nerfs qui agissent sur la nutrition ; à l'état normal, leur action est presque nulle et leur suppression n'arrête pas la nutrition, mais leur moindre excitation produit très-rapidement des troubles de nutrition et la destruction complète des tissus. »

Voilà des nerfs dont l'utilité est vraiment très-contestable ; quand ils agissent, ce n'est que pour amener consécutivement la destruction des tissus ! Cependant on les a déclarés nécessaires ; un peu plus, on les aurait appelés providentiels, et M. Duchenne ne doute pas que « si les nerfs trophiques n'existaient pas, il faudrait les inventer » !

Si, par contre, nous nous reportons aux principes exposés plus haut, nous savons que l'action des filets nerveux est toujours la mise en activité des éléments avec lesquels ils sont en communication, et que cette influence entraîne une oxydation plus rapide des principes immédiats contenus dans chaque élément. Nous avons dit, de plus, qu'en raison de cette énergie de combinaison des matériaux, l'action du système nerveux n'était jamais continue, et qu'il y avait, à l'état normal, des instants de repos pour permettre à la nutrition de réparer les usures moléculaires faites pendant la mise en activité.

Pour que la constitution immédiate d'un élément ne soit

as changée, pour que la nutrition normale puisse s'effec-
uer, il est donc nécessaire que l'influence du système ner-
eux ne s'exerce pas d'une manière constante ; il faut, en un
not, qu'en un point quelconque du trajet des nerfs, il n'y
it pas une cause d'irritation permanente. — Cette irrita-
ion, c'est-à-dire une suite non interrompue d'excitation
lus ou moins faibles, amène une succession rapide d'oxyda-
ions dans les éléments, modifie par conséquent leur com-
osition chimique et empêche la nutrition normale. — Cela
st vrai pour toute espèce de nerfs, aussi bien pour les nerfs
ensitifs que pour les nerfs moteurs, et les cellules sensi-
ves peuvent subir des altérations trophiques à la suite d'ir-
itation des fibres sensitives aussi facilement que les muscles
orsque les cellules motrices ou les filets musculaires sont
rités. — Dans tous les cas, il n'est nullement besoin de
upposer une nouvelle espèce de nerfs dont l'action ne
'exercerait pour ainsi dire que dans ces cas pathologiques.

On comprend facilement d'après ces faits physiologiques
omment l'absence du système nerveux ne détermine aucun
rouble de nutrition, tandis que toute cause qui produit une
xcitation non interrompue, comme la compression, l'in-
lammation aiguë, etc., amènent rapidement des altéra-
ions trophiques. Toute excitation prolongée, toute irritation
artielle dépassant la durée normale du fonctionnement,
ffaiblit les éléments, y accumule les produits d'oxydation
t produit consécutivement des troubles de nutrition.

En effet, dans tous les faits cliniques et anatomo-patho-
ogiques qui ont été cités en faveur de l'existence des nerfs
rophiques, on trouve toujours soit une inflammation aiguë
n un point quelconque du système nerveux, soit une com-
ression (myélite, luxations et fractures de la colonne verté-

brale, cas de MM. Baerensprug et Charcot où l'adhérence des ganglions spinaux à la paroi du canal intervertébral donna lieu à un zona, etc.) (1).

En général, si la compression ou l'inflammation des nerfs périphériques reste limitée, les troubles trophiques ne se produisent que lentement. Il n'en est plus de même lorsque les causes d'irritation ont lieu du côté des centres, et surtout du côté des régions qui renferment les cellules nerveuses.

Mais pour les filets nerveux, comme pour les cellules, il y a deux sortes d'altérations; et c'est pour établir cette division importante au point de vue clinique que nous nous sommes laissés entraîner dans cette discussion sur les nerfs trophiques.

Dans un premier groupe d'affections, la destruction des cellules nerveuses se fait lentement et progressivement, par une sorte d'atrophie simple ; dans le second groupe, la destruction est rapide, l'irritation est continue, et amène aussitôt pour les cellules nerveuses et les éléments qui en dépendent des troubles trophiques très-graves.

Les affections de la moelle du premier groupe n'entraînent que peu à peu la destruction des muscles ou des autres éléments nerveux avec lesquels correspondent les régions lésées. C'est par une atrophie lentement progressive, et au bout de mois et d'années que les lésions trophiques appa-

(1) La fièvre et les phénomènes généraux qui succèdent à une inflammation locale sont dus, selon nous, à la même cause. L'irritation des nerfs périphériques produite par la compression ou la tension de l'engorgement détermine une excitation continue des centres nerveux, leur fonctionnement constant, et, par conséquent, un plus grand nombre d'oxydations dans tous les tissus.

raissent ; dans ce cas, les altérations anatomiques sont presque toujours celles qu'amènent le repos absolu et la perte du fonctionnement.

Dans le second groupe, les lésions trophiques sont presque immédiates et présentent des altérations anatomiques différentes selon les régions, mais qui ont néanmoins beaucoup d'analogie, quelle que soit la cause qui produise l'irritation rapide et continue de la moelle. En effet, les lésions traumatiques, les compressions ou l'inflammation aiguë de la moelle amènent souvent les mêmes lésions trophiques.

On comprend également, et c'est un point sur lequel M. Charcot a beaucoup insisté, que la lésion des mêmes éléments nerveux puisse donner lieu à des symptômes différents. C'est ainsi que dans la paralysie spinale infantile et dans l'atrophie musculaire progressive, l'examen histologique indique la même lésion, consistant dans l'altération et la destruction des cellules nerveuses des cornes antérieures. Seulement, dans la paralysie spinale, l'affection a une marche rapide, et consiste dans une inflammation aiguë, la conséquence est une altération trophique considérable et immédiate dans les muscles. Dans l'atrophie musculaire progressive, au contraire, les cellules nerveuses n'ont été détruites que lentement et sans irritation proprement dite, le contre-coup de cette lésion n'a donc pu être immédiat sur les organes périphériques, et les lésions trophiques ne se produisent que peu à peu et indirectement.

Nous ajouterons qu'il est facile de comprendre, par les mêmes raisons, pourquoi dans la même affection on peut quelquefois trouver deux formes de lésions anatomiques; car, même dans les affections à marche lente et progressive, il peut survenir à certaines périodes des poussées

inflammatoires, et une irritation circonscrite en quelques points. Réciproquement, une affection d'origine aiguë peut, à la longue, donner lieu à des altérations chroniques qui prennent alors une forme et un caractère différents de ceux qui existaient au début de la maladie.

On peut donc expliquer d'une manière logique les différentes lésions trophiques qui apparaissent à la suite des affections du système nerveux, sans pour cela avoir recours à l'hypothèse de nerfs particuliers, présidant uniquement aux phénomènes intimes de la nutrition, et sans admettre qu'il existe dans les centres nerveux des régions où ces nerfs prennent leur origine. Il faut distinguer, comme l'a si bien fait observer M. Brown-Séquard, les effets de l'irritation de la moelle épinière et des nerfs et ceux de la paralysie ou simple cessation d'action. Mais cette différence est vraie pour tous les nerfs et elle n'est nullement la propriété exclusive de quelques nerfs spéciaux.

Physiologiquement, il est impossible d'admettre l'existence des nerfs trophiques. D'un autre côté les faits pathologiques sur lesquels on s'est appuyé peuvent très-bien s'expliquer sans cette hypothèse, d'après les lois que nous avons exposées et qui peuvent se résumer en ces mots :

L'action du système nerveux, en provoquant le fonctionnement des organes, amène l'usure des principes immédiats qu'ils renferment ; il dénourrit pour ainsi dire. C'est justement par l'exagération de ce rôle, dans certains cas pathologiques, qu'il détermine des lésions trophiques dans les éléments qui reçoivent son influence.

Aperçu général sur l'influence des courants électriques dans les affections de la moelle.

Il est inutile d'insister sur les inconvénients que peuvent voir les courants induits appliqués directement sur la ioelle. Ce serait là, dans tous les cas, une pratique aussi nprudente que dangereuse, et qui amènerait une excitation es plus violentes. A la période d'excitation succèderait un ioment d'abattement qui pourrait amener les conséquences es plus funestes. Il faut donc se garder d'électriser direcement les centres nerveux avec les courants induits.

Si dans les affections spinales on veut employer les couants induits, on ne peut le faire qu'indirectement en élecrisant les membres. L'électrisation cutanée dans certains as d'anesthésie, celle des muscles dans l'affaiblissement es filets moteurs, sont quelquefois assez avantageuses.

Mais, c'est surtout dans les affections des centres nereux que l'emploi des courants continus est incontestablenent supérieur à celui des courants induits; c'est donc eur mode d'application seulement que nous allons indiquer lans ce paragraphe.

La première question qui se présente à l'esprit et qui a beaucoup préoccupé quelques médecins, est de savoir si en ppliquant les rhéophores sur la colonne vertébrale, le couant pénètre jusque dans la moelle. L'électricité doit, en ffet, pour cela, traverser plusieurs régions et une certaine épaisseur de substances plus ou moins mauvaises conducrices, la peau, une couche profonde de muscles et les vertèbres.

Il n'est peut-être pas de meilleure preuve à la pénétra-

tion des courants continus jusque sur la moelle que les faits que nous avons observés dans la chorée chez les chiens; car, que les électrodes soient appliquées en dehors de la moelle ou directement et à nu sur la moelle ouverte, les phénomènes dépendant de l'électrisation ont été les mêmes. Dans les deux cas, l'influence de la direction des courants était analogue, et cela démontre bien que les courants agissent sur les centres nerveux à travers les parties qui les enveloppent.

D'ailleurs nous avons insisté, dans les premières parties de cet ouvrage, sur la diffusion des courants continus dans l'organisme. Nous avons cité l'expérience dans laquelle, plaçant des aiguilles communiquant avec un galvanomètre dans la partie postérieure de l'animal, nous obtenions une déviation de l'aiguille du galvanomètre en électrisant un des membres antérieurs. Nous avons en même temps insisté sur la différence que présentaient sous ce rapport les courants continus et les courants induits, et c'est pour nous une grande satisfaction d'avoir vu, depuis cette époque, ces mêmes faits être également observés par M. Helmholtz.

Voici comme s'exprime cet illustre savant, dans une lecture faite à Heidelberg (*Revue des cours scientifiques*, 11 juin 1870) : « Des expériences récemment faites au laboratoire physiologique, sur la transmission de l'excitation dans les nerfs, ont appelé mon attention sur ce fait, que les courants intermittents d'induction électrique produisent peu d'effet sur des nerfs situés à une certaine profondeur dans le corps humain, tandis qu'il est facile, à l'aide d'une pile de dix à vingt éléments de zinc et de platine, de provoquer dans ces mêmes nerfs des commotions ou même le tétanos. Pourtant la force électro-motrice d'un appareil

l'induction qui donne de petites étincelles entre les extrémités rapprochées de la spirale induite, est beaucoup plus grande que celle d'une pile de dix à vingt éléments, laquelle ne produit jamais d'étincelles visibles au moment où l'on ferme le courant. »

Dans ce même mémoire, nous remarquons encore la confirmation d'autres faits sur lesquels nous avons beaucoup insisté, et qui se rapportent à la différence d'action des courants selon leur direction.

« Dans ces expériences, dit M. Helmholtz, les maxima des courants qui montent dans les nerfs se distinguent de ceux qui en descendent par une action physiologique plus intense, de sorte qu'on peut reconnaître les changements dans la direction des courants par ces maxima. »

Il est donc évident que les courants continus pénètrent à travers les tissus et les vertèbres pour agir sur la portion de la moelle qui se trouve placée entre les deux électrodes. C'est là un premier point qu'il était important d'élucider.

Pour comprendre l'action des courants continus dans les affections de la moelle, il faut nous reporter aux différentes lésions que l'anatomie pathologique nous fait connaître.

Dans les affections chroniques, lentes, progressives, le début de la maladie commence toujours par des troubles dans la circulation, qui peu à peu entraînent des altérations de nutrition des éléments nerveux, puis ces éléments viennent à disparaître complétement ; mais même dans les régions où les lésions sont les plus grandes, il reste encore des éléments nerveux qui n'ont pas encore été complétement altérés, et qui peuvent revenir à l'état normal sous l'influence de bonnes conditions de nutrition et de milieu. En effet, on trouve dans ces régions, à côté de tubes nerveux

complétement détruits ou de cellules nerveuses entièrement atrophiées, des tubes nerveux qui ont encore leur cylinder-axis complet et des cellules dont l'atrophie n'est que commençante.

Au début de l'affection, lorsque les éléments nerveux ne sont pas encore altérés et que la circulation seule est troublée, il est bien plus facile de ramener l'état normal, et cela même très-rapidement.

Dans les irritations spinales, dans les congestions passives, nous avons eu plusieurs fois l'occasion de constater une amélioration notable au bout de quelques séances. Ces faits prouvent évidemment l'influence des courants continus sur la circulation de la moelle.

L'influence des courants continus sur la circulation a été étudiée très-longuement pour que nous n'ayons pas à y revenir ici. Il suffit de se rappeler les expériences démontrant que la circulation, momentanément arrêtée ou ralentie, revient normale sous l'influence des courants continus, pour comprendre leur action thérapeutique dans les troubles vasculaires de la moelle.

La continuité et la constance d'action de ces courants a en même temps une grande importance. Elle maintient les éléments nerveux dans un état de calme relatif, elle n'agit pas sur la fonction, l'empêche presque, mais facilite au contraire la nutrition intime des tissus. Nous avons indiqué l'importance de cette action dans le paragraphe précédent, où nous avons étudié l'influence des nerfs sur la nutrition.

En électrisant le centre spinal, non-seulement on agit sur la lésion locale, mais on modifie en même temps les symptômes pathologiques qui ont lieu à la périphérie. Ainsi, dans la chorée, dans l'hystérie, dans l'ataxie locomotrice,

nous n'appliquons jamais ou très-rarement les électrodes sur les membres.

Lorsque la lésion a commencé par une altération de la moelle, il est évident qu'il est toujours préférable d'agir directement sur elle, puisqu'elle a été atteinte en premier lieu ; mais même dans les cas où la moelle n'est affectée que consécutivement, il est encore préférable de n'électriser que les centres nerveux. Il y a plus ; comme nous l'avons souvent constaté dans les lésions périphériques et sans aucun retentissement sur la moelle, il est avantageux le plus souvent d'électriser uniquement les centres nerveux, et nous aurons l'occasion de citer quelques observations qui démontreront cette proposition d'une manière très-nette.

La moelle ne renferme pas seulement des nerfs moteurs et des nerfs sensitifs, mais elle fournit également des filets nerveux qui re rendent aux ganglions et qui, par conséquent, ont une influence directe sur les phénomènes vasculaires. C'est ainsi que pour agir sur la circulation de la tête et surtout des yeux, il est préférable d'électriser le centre cilio-spinal que de placer directement les électrodes sur la face ou près des yeux.

En dehors des maladies dites essentielles du système nerveux central, pour le traitement desquelles nous avons déjà insisté, la plupart des autres affections sont chroniques et envahissent lentement et progressivement les diverses régions de la moelle.

Au point de vue thérapeutique, et en laissant de côté toute considération purement scientifique, la question importante est celle-ci : Étant donnée une affection chronique de la moelle, telle qu'une sclérose des cordons postérieurs, une atrophie graisseuse progressive, une paralysie infantile,

une paralysie agitante, que peut-on espérer du traitement par les courants continus?

Pour éviter toute équivoque, nous commençons par faire une distinction très-nette entre les expressions guérison et amélioration.

La chorée, même très-ancienne, l'irritation spinale, l'ataxie tout à fait au début, peuvent guérir complétement, mais jamais on ne peut espérer guérir une sclérose ancienne, une paralysie agitante bien définie, une paralysie musculaire progressive, etc.

Dans ces cas, on améliore la maladie, on l'empêche de faire des progrès, mais jamais on ne la guérit. Il n'est au pouvoir d'aucun agent thérapeutique de faire naître une cellule nerveuse, de faire disparaître le tissu lamineux qui s'est formé; et ce serait une illusion que l'ignorance seule pourrait excuser, d'annoncer de pareils résultats ou de les faire espérer aux malades.

Dans toutes ces affections, nous ne devons donc avoir qu'un seul but: ramener à l'état normal les organes qui n'ont encore subi qu'une altération incomplète ou indirecte, et enrayer la maladie.

La paralysie infantile fait exception aux diverses affections chroniques de la moelle, car au lieu de progresser, elle a au contraire une tendance rétrograde, et l'on n'a pas à craindre de la voir augmenter avec le temps. Dans ce cas, il ne faut donc songer qu'à rendre aux muscles atrophiés et altérés leur état normal et leur fonctionnement.

Jusqu'à présent, dans cette affection, on employait toujours les courants induits appliqués directement sur les muscles atrophiés.

C'est là une méthode que nous rejetons complétement,

et dont on n'a d'ailleurs jamais tiré grand profit. Nous la croyons même funeste entre des mains peu exercées, et il en est de même pour toutes les altérations des muscles autres que les atrophies simples.

Les courants induits, en ne considérant que leur influence sur les muscles, n'agissent que sur la fonction; ils font contracter la fibre musculaire, et dans les cas où cette fibre s'atrophie faute d'activité et faute d'excitation, il n'y a pas de meilleur agent thérapeutique que ces courants. Dans les cas pathologiques où la structure et la composition intime de la fibre musculaire sont altérées, la propriété contractile est perdue en grande partie, et il est important au contraire de ne pas chercher tout d'abord à faire contracter ces fibres malades, à les fatiguer et à les épuiser pour ainsi dire.

Ce que l'on doit surtout chercher à obtenir, ce sont des changements dans la nutrition intime par la circulation et par l'influence du système nerveux central.

Dans ce but, l'électrisation cutanée, les frictions sèches, les révulsifs de diverse nature, les bains légèrement excitants, agissent inévitablement sur la circulation locale; mais à côté de tous ces agents les courants continus offrent une grande supériorité, car ils peuvent agir sur les éléments atteints primitivement, et influencent de plus et la circulation et le système nerveux central.

Le traitement dans la paralysie spinale des enfants doit donc consister dans l'électrisation modérée des régions de la moelle d'où partent les nerfs qui se rendent aux membres paralysés.

Voilà en général comment nous procédons. Nous promenons d'abord les électrodes sur les muscles malades et en faisant par moment quelques interruptions, puis nous pla-

çons le pôle positif sur la colonne vertébrale et l'autre sur le trajet des nerfs qui se rendent aux membres atrophiés; et enfin, tant pour agir sur la circulation de la moelle que pour combattre l'excitation qui a pu être produite, nous maintenons sur la moelle sans interruption pendant trois à cinq minutes un courant descendant de dix à vingt éléments. Les séances durent vingt à vingt-cinq minutes et doivent avoir lieu trois ou quatre fois par semaine.

Après quelques semaines de traitement, il est utile, la plupart du temps, de le suspendre pendant quinze jours ou un mois et d'insister alors sur les autres agents thérapeutiques qui doivent être employés simultanément : tels que les bains sulfureux, les lavages froids, le massage, les frictions sèches, etc.

Plus le début de l'affection est récent, plus on se trouve dans de meilleures conditions, et nous sommes convaincus qu'en employant avec prudence les courants continus dès que la période aiguë a cessé, c'est-à-dire huit à dix jours après les premiers symptômes, on obtiendrait des résultats remarquables.

Dans ce cas, il ne faudrait employer qu'un courant descendant sur la moelle, et dans ces conditions il n'y a aucune excitation à craindre.

On redoute toujours d'employer les courants électriques, et pendant bien des années encore les médecins considéreront toujours l'électricité comme l'excitant le plus terrible. Oui, les courants interrompus ou ceux que fournit l'électricité statique sont excitants et ne *peuvent jamais être qu'excitants;* mais les courants continus, *selon le mode d'emploi, agissent comme un sédatif puissant,* en même temps qu'ils favorisent la nutrition intime.

Ils sont calmants, parce qu'ils maintiennent le système nerveux dans le même état dynamique, et qu'ils favorisent les conditions normales de la circulation, et l'on sait que le meilleur calmant pour le système nerveux est un sang bien oxygéné.

— Dans les affections chroniques de la moelle, autres que la paralysie spinale des enfants, on doit surtout chercher à arrêter les progrès de la maladie.

Dans les scléroses, dans l'atrophie graisseuse progressive, dans la paralysie agitante, que peut-on espérer par le traitement des courants continus? Sauf des cas assez rares, nous pouvons affirmer que pendant le traitement nous avons toujours pu constater un arrêt dans la maladie, et même une amélioration plus ou moins grande.

D'abord, l'application des courants continus produit plus de régularité dans la circulation, provoque la contraction autonome des artérioles, et par conséquent empêche les stases sanguines et facilite l'arrivée du sang artériel.

Il n'y a pas d'élément et de système organique qui soient aussi sensibles aux changements de la circulation que le système nerveux. Pour son maintien à l'état normal et pour son fonctionnement régulier, il lui faut constamment la présence d'un sang richement oxygéné, et l'on peut presque dire que la valeur et l'énergie des agents thérapeutiques dépendent uniquement de leur influence sur le système vasculaire des centres nerveux.

Les courants continus agissent incontestablement sur la circulation intra-vertébrale. Grâce à cette influence et de plus à leur action chimique qui provoque plus directement la nutrition intime des éléments électrisés, ils peuvent empêcher la destruction lente des éléments nerveux. Rappe-

lons-nous, de plus, que dans ces affections chroniques de la moelle, à côté du tissu lamineux qui a pris la place de cellules et de tubes nerveux complétement altérés, il existe d'autres cellules « qui ont conservé à peu près les dimensions et tous les autres caractères de l'état sain. Les unes, bien que six ou sept fois plus petites que dans l'état normal, ont cependant conservé leur forme étoilée, leurs prolongements, et possèdent encore un noyau et un nucléole distinct. »

Il est évident que pour ces groupes de cellules, une circulation régulière, une excitation modérée, un fonctionnement et une nutrition plus actifs, peuvent agir puissamment sur leur développement et les ramener à l'état normal.

Nous avons déjà indiqué le mode opératoire pour l'ataxie locomotrice et pour la paralysie spinale des enfants. Dans l'atrophie musculaire progressive le procédé est à peu près le même. Il faut, pendant une partie de la séance, électriser uniquement la moelle avec un courant constant et d'une intensité moyenne, et pendant cinq à dix minutes appliquer l'électrode positive sur la moelle et l'autre sur les nerfs ou les plexus qui renferment les nerfs qui se rendent aux muscles atrophiés. On peut en même temps, pendant quelque temps, mais seulement pendant deux ou trois minutes, promener le pôle négatif sur les muscles malades, et faire de légères interruptions.

Dans la paralysie agitante, nous électrisons avec un courant ascendant assez intense la partie supérieure de la moelle. Le pôle négatif est placé à la base du crâne et le pôle positif sur les vertèbres cervicales et sur le ganglion cervical supérieur.

Si la paralysie est localisée dans un des membres supérieurs, nous plaçons également, pendant une partie de la séance, le pôle positif sur le plexus brachial, le pôle négatif étant maintenu sur la nnque

Nous croyons inutile de citer les différentes observations qui ont été publiées sur le traitement de ces affections par le courant continu. Ce que nous avons constaté par nous-mêmes, c'est que dans l'atrophie musculaire progressive, les courants continus ramènent assez promptement dans les muscles l'incitation volontaire ; qu'ils augmentent la chaleur dans les membres, leur donnent plus de force et plus de fermeté ; que sous l'influence des courants continus et d'une faradisation musculaire modérée, les muscles atrophiés reprennent peu à peu de leur développement.

Plusieurs auteurs citent des observations de guérison complète d'atrophie musculaire progressive. L'une des plus importantes, à notre avis, est celle de Morax adressée au Dr Paul (1). Mais il faut bien remarquer que, dans ce cas, la marche de la maladie a présenté plusieurs symptômes qui diffèrent de ceux qu'on observe d'ordinaire ; ce qui explique peut-être cette guérison complète. Le développement de la maladie avait été tellement rapide qu'en deux mois les quatre membres avaient été impotents, ce qui n'a pas lieu dans l'atrophie musculaire progressive proprement dite.

De même, pour la paralysie agitante, plusieurs médecins, Remak, etc., citent des guérisons complètes. Ce résultat est peut-être plus facile à obtenir dans cette affection que dans d'autres maladies chroniques de la moelle ; mais, quant à

(1) *De quelques applications de l'électricité à la thérapeutique*, par Chapot. Thèse de doctorat, 1870.

nous, nous n'avons jamais vu de paralysie agitante, bien caractérisée, guérir complétement, et surtout la guérison se maintenir pendant plusieurs mois. Par contre, dans trois cas, nous avons constaté que le traitement par les courants continus diminuait le tremblement, et surtout, on n'a jamais beaucoup insisté sur ce fait, facilitait les mouvements du malade.

Le fait caractéristique de la paralysie agitante, bien plutôt que le tremblement, nous paraît être la lenteur des mouvements musculaires. La contractilité électrique est parfaitement conservée, et, de plus, la force musculaire est entière, mais elle présente cette différence importante qu'elle ne peut s'exercer que peu à peu et après une attention soutenue. Chez les personnes saines, après un ou deux efforts violents, la force musculaire est diminuée, tandis que chez les malades atteints de paralysie agitante elle semble augmenter peu à peu.

Ainsi, en mesurant la force du bras au dynamomètre, après avoir amené une certaine déviation de l'aiguille indiquant, par exemple, 50 degrés, après quelques instants et des efforts répétés, une personne saine ne peut plus amener que 45, puis 40, 30 degrés.

Le contraire a lieu pour les malades atteints de paralysie agitante, et nous avons eu l'occasion de vérifier plusieurs fois, qu'après un premier effort ils ne pouvaient amener que 25 à 30 degrés, tandis qu'après un certain nombre d'efforts, ils faisaient arriver l'aiguille du dynamomètre jusqu'à 40, 50 degrés. Inutile d'ajouter que cette marche progressive de la force musculaire est très-limitée.

Lorsqu'on venait d'électriser le malade, et surtout après quelques jours de traitement, cette différence d'énergie

entre la première et la troisième ou quatrième contraction musculaire n'était plus aussi marquée, et prenait le caractère normal. Une plus grande facilité dans tous les mouvements correspondait à ce premier signe d'amélioration (1).

En résumé, et les faits pathologiques le prouvent, *les courants continus dans toutes les affections chroniques de la moelle ont donné d'excellents résultats et sont, certes, un des agents thérapeutiques des plus efficaces et des moins dangereux*. Cela dit, nous revenons à la distinction que nous avons établie plus haut entre un agent thérapeutique qui guérit et celui qui ne peut qu'arrêter une maladie et l'améliorer. Cette distinction est d'autant plus nécessaire pour les affections chroniques de la moelle, que celles-ci offrent sur celles des autres organes un grand désavantage. Une affection chronique des poumons, par exemple, peut être enrayée après avoir amené la destruction d'une partie du tissu pulmonaire, et le malade n'en sera que fort peu incommodé, car l'autre partie du poumon suppléera à celle qui a été détruite. De même, dans une lésion cardiaque, l'augmentation d'énergie des fibres musculaires, l'action plus marquée des contractions périphériques, peuvent, pendant un temps plus ou moins long, obvier aux résultats fâcheux de la lésion. Dans la moelle, au contraire, rien ne peut suppléer aux parties détruites, chaque cellule a sa fonction spéciale et aucune autre ne peut la remplacer. Aussi, si la destruction de certaines régions médullaires est complète, les phénomènes morbides qui en résultent seront permanents et ne pourront pas être modifiés par l'action

(1) Des expériences physiologiques que nous venons d'entreprendre semblent démontrer que la paralysie agitante est produite par une affection du cervelet.

plus énergique d'organes dépendant du même système.

L'illusion n'est donc jamais possible pour les malades, et bientôt, ne voyant pas survenir une guérison complète, ils se découragent et abandonnent les traitements rationnels et prudents.

Dans beaucoup d'affections chroniques de la moelle, les traitements ont encore ce désavantage de ne pouvoir enrayer la maladie que pour un temps limité. Lorsqu'on les suspend, l'amélioration se prolonge plusieurs semaines ou quelques mois, mais elle ne peut être constante pendant des années. Le propre de ces affections est, en effet, d'avoir une marche progressive ; et même pour quelques-unes qui semblent héréditaires, au bout d'un certain nombre d'années le développement se fait tout à coup avec une rapidité qu'aucun agent thérapeutique ne peut arrêter. Sous ce rapport, il y a entre ces affections et la phthisie pulmonaire de grandes analogies.

De même que pour les affections chroniques des autres organes, il faut un traitement continu, une hygiène sévère, de même pour les affections des centres nerveux il faut un traitement qui ne soit pas trop souvent suspendu. Après un repos de quelques mois, dès que les lésions semblent progresser, il est nécessaire de reprendre l'emploi des courants continus.

Il faudrait enfin se rappeler que le système nerveux, comme tous les autres systèmes, réclame un fonctionnement régulier, une sorte d'hygiène. Or, dans la vie moderne, avec les excitations qui entourent surtout l'habitant des villes, cette hygiène est presque impossible. L'état moral, le découragement qu'amène la maladie est déjà une mauvaise condition. Ajoutez à cela la surexcitation produite sou-

vent par la lésion elle-même. De plus, nos habitudes sociales et, par-dessus tout, nos préoccupations intellectuelles, mettent notre système nerveux constamment en action et ne lui laissent aucun repos fonctionnel. Un muscle supprimé oblige au repos, un estomac fatigué rejette les aliments, mais le système nerveux affaibli, surexcité, se prête encore à une sorte d'activité, il donne des extases pour le cerveau, des spasmes pour la moelle, et l'on s'habitue à regarder ces phénomènes morbides comme la manifestation de phénomènes normaux. Des physiologistes ont bien prétendu que l'acide carbonique était l'excitant normal, le moteur du système nerveux. Il détermine, en effet, des spasmes, des convulsions, il change les conditions ordinaires et produit une sorte de surexcitation fiévreuse et incohérente. Mais ce n'est pas là le fonctionnement régulier et naturel, c'est une activité morbide et dont la durée devient funeste.

Il faudrait donc, en même temps qu'on emploie des agents thérapeutiques, placer les malades du système nerveux dans des milieux moins excitants; car pour toutes les affections les remèdes ne peuvent agir efficacement que lorsque les conditions hygiéniques sont satisfaisantes. Quel remède saurait être assez efficace pour les affections chroniques des poumons, lorsque les malades vivent au milieu d'un air vif et variable? De même, comment obtenir tous les résultats du traitement dans les affections du système nerveux, alors que les mœurs, les passions et les conditions sociales sont souvent une des causes de leur production, et que les malades ne veulent ni ne peuvent même se soustraire à ces milieux.

Toutes ces considérations montrent combien la guérison des maladies nerveuses chroniques est difficile et rare, et,

quant à nous, nous avons tenu à bien définir le rôle que l'électrothérapie peut être appelée à remplir dans ces affections.

Nous le répétons, nous sommes persuadés que de tous les agents thérapeutiques, les courants continus sont les plus efficaces et les plus utiles dans les affections médullaires ; mais d'un autre côté, nous ne voulons pas provoquer chez les médecins et chez les malades un enthousiasme qui ne pourrait qu'être funeste à l'emploi rationnel et scientifique de ce mode de traitement.

L'électricité est un des agents les plus puissants que nous ayons entre nos mains, mais pas plus que toute autre force, elle ne fait des miracles; c'est-à-dire qu'elle ne peut empêcher les conséquences forcées des faits. Or, dans les faits pathologiques, comme dans les faits biologiques et dans ceux-ci comme dans ceux qui relèvent du monde physique, il y a des lois fatales qu'il n'est possible ni de nier ni de détruire.

AFFECTIONS CÉRÉBRALES.

Les seules affections cérébrales se rattachant au système nerveux encéphalique que nous ayons à examiner, sont certaines formes d'excitation cérébrale, l'hémorrhagie cérébrale et les paralysies des nerfs de l'œil.

Jusqu'à présent les courants électriques ont été fort peu employés pour les affections cérébrales, excepté pourtant pour les paralysies des nerfs de l'œil. Cela se conçoit facilement, car il y a toujours une grande imprudence à diriger des courants d'induction à travers la tête, et même pour les courants continus, les malades comme les médecins craignent toujours leur emploi dans ces régions.

Nous répéterons ici ce que nous avons déjà dit pour la moelle : le courant de la pile peut devenir un *sédatif*, un *calmant*, et de plus, avec un peu d'expérience, il n'y a aucun danger à l'appliquer directement sur les centres nerveux et même sur la tête.

Nous avons bien des fois fait passer à travers la tête des courants continus plus ou moins intenses ; jamais, et cela chez des personnes de tout âge, nous n'avons eu le moindre accident.

Aussi sommes-nous persuadés que dans plusieurs cas d'excitation cérébrale, de troubles dans la circulation intra-crânienne, peut-être même dans certains cas de délire, on pourrait retirer de grands services de l'emploi des courants continus. Les quelques faits que nous avons eu l'occasion d'observer nous confirment dans cette opinion.

Dans bien des cas, lorsque nous avions occasion de placer des pôles sur la tête, les personnes électrisées accusaient une tendance au sommeil et, en général, avaient la nuit suivante un sommeil très-long et très-calme. Cette tendance est surtout très-marquée chez les femmes qui sont atteintes d'affection nerveuse. Nous l'avons observée chez une jeune fille qui présentait les symptômes suivants : hoquet persistant depuis dix-huit mois, contracture des muscles de l'arrière-gorge, contracture des muscles fléchisseurs de la jambe droite, hyperesthésie très-prononcée de toutes les régions du dos, crises violentes tous les matins et tous les soirs durant plus d'une heure. Pendant ces crises, la malade avait une série de secousses comme tétaniques, elle se roulait et sautait sur son lit, et nous ne pouvons mieux comparer cet état qu'à celui qu'on observe chez les animaux empoisonnés par la strychnine. Chez cette jeune fille,

ayant, dans le cours du traitement, appliqué le pôle positif (huit éléments) sur le front et le pôle négatif sur la nuque, nous déterminâmes chaque fois une grande tendance au sommeil ; dans une séance, elle s'endormit même pendant quelques instants.

Une autre malade présentait tous les phénomès hystériques les plus graves, et même des symptômes de catalepsie. Elle restait souvent trois ou quatre jours en délire, ayant des hallucinations continuelles, ne mangeant ni ne dormant. Dans une de ces crises, nous fîmes passer par l'encéphale un courant de dix éléments en mettant le pôle positif sur le front et le pôle négatif sur le cou vers le ganglion cervical supérieur. L'électrisation dura cinq minutes, et immédiatement après la malade s'endormit d'un profond sommeil pendant une demi-heure ; la nuit suivante fut en même temps meilleure.

Si nous rapprochons ces faits, que nous pourrions multiplier, des observatious de Burrows et de Donders sur l'état du cerveau pendant le sommeil, nous voyons combien ils concordent. En effet, pendant le sommeil les vaisseaux cérébraux sont rétrécis, et le même effet étant déterminé par les courants continus, en mettant le pôle positif du côté de l'encéphale, il est naturel d'obtenir dans ces conditions le même résultat, c'est-à-dire le sommeil.

Ces faits nous montrent encore combien on peut sans danger et souvent avec avantage faire agir les courants continus même sur les centres encéphaliques, et nous sommes persuadés que dans certaines formes de délire ou d'excitation cérébrale ils pourraient rendre de grands services. Nous avons obtenu, au bout de fort peu de séances, un résultat très-satisfaisant sur un jeune Russe de vingt-huit ans

qui était dans un état très-inquiétant d'excitation cérébrale, ayant des hallucinations et un sommeil très-difficile et très-agité.

Hiffelsheim cite également quelques cas de congestion cérébrale et même de ramollissement dans lesquels l'emploi des courants continus lui a donné de bons résultats. Baillarger a mentionné à la Société médico-psychologique des cas d'hallucinations chroniques de l'ouïe traités par Hiffelsheim avec succès. Une des malades a été « complétement guérie d'hallucinations qui duraient depuis plus d'une année, et qui entretenaient chez elle les conceptions délirantes les plus tristes et la réduisaient à l'état le plus misérable » (1).

Le point important dans l'électrisation de l'encéphale est de ne jamais appliquer le courant d'une manière brusque et de le maintenir bien constant.

Il faut commencer la séance par un courant très-faible, qu'on augmente peu à peu et sans déterminer d'interruption.

Quand on veut cesser l'électrisation on diminue également lentement l'intensité du courant.

En procédant ainsi, on évite les phosphènes violents et l'étourdissement (2). Ces deux phénomènes se manifestent uniquement au moment où l'on applique et au moment où l'on enlève les rhéophores, s'ils dépendent de l'intensité du courant. On peut donc les diminuer ou les empêcher complétement, en évitant les interruptions et en ne faisant passer au moment de la fermeture et de l'ouverture, qu'un courant très-faible.

(1) Baillarger, *Archives cliniques des maladies mentales.* 1861.

(2) Au moment où l'on cesse brusquement l'électrisation, il y a une tendance à tomber du côté électrisé.

Dans la plupart des cas, nous plaçons le pôle positif sur le front et le pôle négatif sur la nuque, pendant cinq à six minutes.

La direction des courants a dans ces cas également une grande importance, car les circulations locales varient selon la direction, et nul organe peut-être n'est aussi sensible que le cerveau aux changements vasculaires.

L'expérience suivante montre bien l'influence de la direction des courants.

Sur un chien robuste, nous avons trépané le crâne, afin d'examiner l'état des vaisseaux cérébraux, sous l'influence des courants continus. En mettant le pôle positif sur la portion du cerveau mise à nu et le pôle négatif sur une plaie du cou près du ganglion cervical supérieur (dix éléments, Remak), on déterminait un resserrement des vaisseaux, et le cerveau s'affaissait légèrement, mais d'une manière visible. En mettant, au contraire, le pôle positif sur le cou et le pôle négatif sur le cerveau, on observait une injection des capillaires cérébraux, et le cerveau faisait hernie à travers l'ouverture pratiquée sur la voûte crânienne. (Il faut remarquer que dans ce cas le premier courant est centripète et le second centrifuge, par rapport aux centres sympathiques). On peut donc à volonté augmenter la circulation ou la diminuer dans l'encéphale comme dans toute espèce d'organe.

Ce fait démontre d'une manière évidente que les courants peuvent être un agent thérapeutique important, soit dans la congestion, soit dans l'anémie cérébrale. Les recherches faites dans ce sens conduiront peut-être à des résultats très-avantageux.

Hémorrhagies cérébrales.

Nous répétons, au sujet des paralysies par hémorrhagie cérébrale, ce que nous avons déjà dit précédemment, à savoir que le traitement par les courants continus diffère essentiellement de celui pour les courants induits. Tandis que l'emploi de ceux-ci ne peut être fait que quelques mois après l'hémorrhagie et qu'ils ne peuvent être appliqués que sur les membres, les courants continus sont avantageusement employés quelques jours après l'attaque et dirigés directement sur le siége de la lésion cérébrale ou sur le sympathique cervical du côté de la lésion. Il est donc important de distinguer ces deux modes de traitement.

Courants induits. — Les courants induits sont appliqués directement sur les membres paralysés, et M. Duchenne recommande surtout de ne commencer le traitement que lorsque la maladie est complétement guérie, c'est-à-dire, en général, après plusieurs semaines ou même quelques mois.

Il est inutile, en effet, d'employer les courants induits tout de suite après l'attaque apoplectique. Les muscles paralysés conservent la contractilité électro-musculaire aussi longtemps qu'il ne s'est pas formé dans la moelle des dégénérescenses secondaires. Alors même qu'on rendrait les fibres musculaires plus fortes et plus vigoureuses que les fibres des muscles sains, à quoi aurait-on abouti ? Les contractions volontaires n'en seraient pas moins anéanties.

Que désirent donc ceux qui veulent rétablir, à l'aide de courants induits, les paralysies d'origine cérébrale ? Rétablir la contractilité musculaire ; mais elle n'est point perdue.

Ce qui l'empêche d'agir, c'est la lésion cérébrale ; c'est elle qu'il faudrait modifier, et personne ne songe à y arriver en électrisant localement les muscles.

Donc, il est évident que dans les paralysies cérébrales les courants induits n'ont aucune influence directe, et qu'ils ne peuvent être utiles qu'autant que la résorption a été complète et que les membres prennent peu à peu leurs mouvements volontaires. Dans ce cas, ils activent certainement le retour des mouvements ; en les forçant à se mouvoir, ils dérouillent, pour ainsi dire, les membres paralysés.

Lorsque les paralysies sont récentes, l'application des courants électriques aux muscles paralysés est, non-seulement inutile, mais elle peut être très-nuisible. On peut craindre l'influence de l'excitation générale qui accompagne toujours l'emploi local des courants induits, et voir de nouvelles hémorrhagies se produire.

M. Duchenne a remarqué que les malades qui, six à huit mois après le début d'une hémorrhagie cérébrale ont conservé une paralysie plus ou moins complète, mais sans la moindre contracture, ont été, avec avantage, traitées par l'électrisation localisée. On n'a, au contraire, aucun résultat à attendre de ce traitement, lorsque l'hémiplégie est accompagnée de phénomènes de contracture.

Il faut également que les intermittences des courants soient éloignées les unes des autres ; car, pour un certain degré de rapidité de ces intermittences, les sensations deviennent douloureuses et il peut en résulter une excitation générale qui, en réagissant sur les centres nerveux, risque de provoquer des accidents cérébraux. Enfin, il ne faut pas que les séances soient trop prolongées.

Dans tous les cas, il faut se garder de faire passer les courants des extrémités aux centres. M. Duchenne cite un exemple remarquable des accidents graves qui peuvent en résulter. Un jeune homme de vingt-deux ans, frappé d'une hémiplégie à la suite d'une hémorrhagie cérébrale, avait cru, au bout d'un an, pouvoir faire cesser la contracture des muscles. Il avait fait passer les courants induits de l'une de ses mains dans l'autre en saisissant les électrodes avec chacune d'elles. Sa vie fut plusieurs jours en danger, et il ne sortit de l'hôpital qu'après un long séjour, et ayant des contractures plus fortes que celles qu'il avait voulu guérir (1).

Courants continus. — Remak a beaucoup insisté sur l'emploi des courants continus dans le traitement des paralysies et des contractures hémiplégiques; il en a exagéré la valeur, car il considère comme curables presque tous les cas de ce genre, et malheureusement cette opinion est bien loin d'être exacte.

Nous distinguerons dans le mode de traitement deux périodes, la première qui suit immédiatement l'hémorrhagie, et la deuxième qui n'a lieu que plusieurs semaines après l'attaque.

(1) Hiffelsheim insiste également sur la nécessité d'employer avec prudence les courants induits, et de ne pas chercher « à faire danser les muscles ».

« Pendant plusieurs années encore, dit-il, ce divertissement qui d'ailleurs *occupe* le malade et frappe les yeux momentanément (c'est la cause de sa grande vogue, les médecins partagent la faiblesse des autres hommes), cette empirique médication, utile ou nuisible selon le cas, sera exclusivement et absolument préférée. — Médecins, professeurs et public ne connaissent que la secousse, ignorent le travail de la pile. Et la secousse il vous la faut violente. Il y a huit jours, un praticien m'a retiré une paraplégique parce que je ne la *secouais* pas assez. » (*Loc. cit.* p. 63.)

Dans la première période, sept à huit jours après le début de l'hémiplégie, on peut commencer l'emploi des courants continus. On place le pôle positif sur le front du côté de la lésion et le pôle négatif sur la nuque, et l'on fait passer un courant très-faible, six à dix éléments pendant deux à trois minutes. On électrise ensuite le ganglion cervical supérieur avec un courant un peu plus fort, dix à quinze élements et pendant près de cinq minntes. Il est indispensable de commencer l'électrisation par le courant le plus faible possible, un à deux éléments, et de l'augmenter lentement et progressivement. La même précaution doit être prise lorsqu'on cesse l'électrisation.

On facilite ainsi la résorption du caillot, en agissant modérément sur la circulation, et cette influence peut également être utile dans les cas où l'hémiplégie est due à une oblitération des vaisseaux, on a une compression dépendant de la stase sanguine. Certes, dans les cas, où le caillot étant volumineux a amené la déchirure d'une grande masse cérébrale, il est difficile d'espérer un résultat bien net et avantageux. Cependant, comme nous l'avons observé, l'électrisation faite d'après la méthode que nous venons d'indiquer semble hâter la période de réparation, et le retour des mouvements dans les membres.

En général, du trentième au quarantième jour, la résorption est terminée, et la membrane limitante est formée et déjà vasculaire. C'est vers cette époque et même seulement vers la huitième semaine, que l'on emploie d'ordinaire les courants électriques. A cette période, il paraît fort difficile d'agir directement sur la lésion ; tout au plus peut-on peut-être prévenir des atrophies secondaires des éléments nerveux qui sont en connexion anatomique et physiologique

avec le siége des lésions cérébrales. Cela même est fort douteux et les résultats du traitement ne peuvent dépendre que de la gravité de la maladie. Il est donc très-important d'employer les courants continus avant cette époque et pendant la période de réparation.

Si l'hémorrhagie a été légère, si les mouvements sont revenus en partie, et sont seulement incomplets ou douloureux, on obtient un résultat brillant dès les premières séances. Les douleurs dans les membres et la difficulté des mouvements sont dues probablement à une légère contracture des muscles qui disparaît rapidement sous l'influence des courants continus. Dans ces cas, il est encore nécessaire d'électriser la tête et le sympathique. On voit, en effet, les mouvements s'exécuter plus librement, dès qu'on a agi sur l'encéphale, et être bien plus long à réapparaître, lorsqu'on agit uniquement sur les membres. Remak, Benedikt, recommandent également ce procédé.

Nous ne doutons pas que le temps, le massage, les courants induits, ne puissent amener, dans ces cas, la même guérison, mais leur action est plus lente, et de plus ils n'ont pas, comme les courants continus, l'avantage de pouvoir agir directement sur les régions nerveuses qui ont été plus ou moins ébranlées et irritées.

Lorsque l'hémorrhagie a été très-forte, qu'au bout de quelques semaines les mouvements ne sont pas revenus, et que peu à peu la contracture apparaît, les courants continus, comme la plupart des autres traitements, deviennent bien impuissants. Ils n'ont pas le pouvoir en effet de faire renaître les faisceaux nerveux détruits et d'empêcher les atrophies secondaires; ils ne peuvent alors que calmer les douleurs et faire cesser momentanément les contractures.

Dans ces cas, après un certain nombre de séances, le courant étant appliqué sur le sympathique et sur les membres, et surtout après les premières séances, on obtient presque toujours un peu plus de facilité et d'étendue dans les mouvements ; cette légère amélioration reste acquise, mais après une quinzaine de séances elle ne fait plus de progrès.

Quant à la cessation des contractures, sur laquelle Remak a tant insisté, on l'obtient pendant le passage du courant. De plus, elle persiste un temps plus ou moins long après les séances. On calme ainsi les douleurs, on amène dans le membre une circulation plus active, on l'empêche de s'atrophier, mais nous n'avons jamais vu ces contractures cesser d'une manière définitive lorsque la lésion est ancienne.

En résumé, dans la plupart des hémiplégies, il est utile de commencer le traitement par les courants continus, quelques jours après le début de la maladie, et d'électriser faiblement la tête et le sympathique.

Quelques semaines après le début de la maladie, on électrise à la fois le sympathique cervical et les membres. L'étendue de la lésion et les circonstances qui ont accompagné le travail de réparation, influent puissamment sur les résultats du traitement.

Dans les cas où les atrophies secondaires de la moelle se sont produites, on ne peut obtenir qu'une amélioration légère ou un soulagement aux douleurs des membres paralysés.

PARALYSIES DES NERFS DE L'ŒIL.

Nerf optique. — Les altérations du nerf optique peuvent dépendre de lésions locales ou être consécutives à des af-

fections cérébrales. Les premières dépendent de causes qui agissent directement sur le nerf optique ou sur les vaisseaux qui se trouvent à la base du crâne.

Les affections du cervelet, du pont de Varole, des corps genouillés, du lobe cérébral moyen, amènent presque toujours de l'amblyopie ou de l'amaurose, quoique dans beaucoup de cas ces régions n'ont pas de rapport ni de connexion avec les fibres du nerf optique.

Presque toujours les altérations fonctionnelles du nerf optique sont accompagnées d'altérations trophiques. Ces altérations sont causées, la plupart du temps, par des changements dans la circulation dus à une compression, soit directe, soit indirecte.

Cependant cette cause n'est pas toujours admissible, car l'existence d'un tubercule du cerveau ne peut pas expliquer la névro-rétinite par la compression sur les vaisseaux qui se rendent à l'œil. De plus, comme le fait remarquer Benedikt, on ne peut non plus expliquer par cette théorie toute mécanique, les cas de névro-rétinite qui se trouvent quelquefois chez des personnes atteintes de petites tumeurs du cervelet, ni comprendre la disparition complète de la névro-rétinite par des procédés thérapeutiques, sans que pourtant la tumeur ait diminué de volume.

On a également voulu expliquer ces altérations du nerf optique dans les affections cérébrales par une *névrite descendante*. Mais cette hypothèse, probable pour certains cas, est contredite dans d'autres par les faits : l'affection primitive dans le cerveau ne se trouve pas toujours dans la région des fibres optiques, de plus, l'amblyopie se montre brusquement, ce qui ne peut concorder avec la propagation lente d'une inflammation par contiguïté. Enfin, dans la plupart

des cas, l'affection primitive dans le cerveau n'est pas une inflammation.

En résumé, dit Benedikt, les affections localisées intra-crâniennes sont accompagnées d'anomalies vaso-motrices qui se propagent, soit dans tout le cerveau, soit dans une de ses parties, soit dans des endroits éloignés du cerveau; dans certaines conditions, la névro-rétinite se présentera comme un symptôme de ces anomalies vaso-motrices.

La névro-rétinite symptomatique est donc, dans la plupart des cas, la suite d'une innervation maladive du nerf sympathique, comme elle est en même temps un symptôme de plusieurs altérations dans le cerveau.

Les symptômes dans presque toutes les affections cérébrales chroniques reposent sur des anomalies sympathiques vaso-motrices. C'est ainsi que l'on peut expliquer les bons résultats obtenus par la galvanisation du nerf sympathique, dans les affections cérébrales.

Dans le traitement de l'atrophie du nerf optique, Benedikt applique l'électrode positive sur le front et glisse l'électrode négative sur la tempe ou sur l'angle interne de l'œil; l'application doit être forte, même jusqu'à production de sensations lumineuses subjectives.

L'influence de l'électrisation des parties de la face, animées par le trijumeau, s'explique par une action réflexe et non par une irritation directe du nerf optique. En effet, la sensation lumineuse subjective ne dépend pas absolument de l'intensité du courant, mais de la sensibilité du nerf trijumeau.

De plus, l'expérience de Türck, qui démontre l'influence de la compression des vertèbres cervicales sur la vue chez les amblyopiques, est une nouvelle preuve de ces actions

réflexes. On obtient de plus des phosphènes, comme nous l'avons constaté plusieurs fois, en électrisant la partie cervicale de la moelle.

Le procédé de Benedikt est utile et rationnel, et cependant nous croyons devoir tenir les médecins en garde contre ce mode opératoire, car, entre des mains inexpérimentées, il peut devenir très-dangereux. Les courants continus, par cela seul qu'ils pénètrent profondément dans les tissus, excitent même directement le nerf optique, et, dans beaucoup de cas, cette excitation doit être évitée. Nous rappellerons, à ce sujet, l'accident arrivé à M. Duchenne, chez un malade affecté de paralysie d'un côté des muscles de la face. Un jour l'opérant avec un appareil galvanique, en quelque point que fussent placés les excitateurs à la face, le malade percevait des flammes tellement éblouissantes qu'il lui semblait que l'appartement était en feu. «Il me pria, ajoute M. Duchenne, de suspendre toute application. Lorsqu'il revint de son éblouissement, il se plaignit d'un trouble considérable de la vue et s'aperçut qu'il n'y voyait plus du côté où l'opération avait été faite. L'œil du côté opposé ne paraissait pas avoir souffert. Je lui fis prendre immédiatement un bain de pieds; dès qu'il fut rentré chez lui une saignée lui fut pratiquée. La vue ne s'améliora pas; malgré l'emploi d'une série de moyens excitants et un traitement rationnel, on ne put obtenir qu'un léger amendement; la vue est restée considérablement affaiblie.»

Cet accident, si loyalement décrit par M. Duchenne, doit nous être toujours présent à la mémoire, chaque fois que nous appliquons le courant du côté des yeux. Le tort de M. Duchenne avait été d'employer un courant trop fort, et de faire des interruptions, c'est là ce que font souvent

des médecins inexpérimentés lorsqu'ils cherchent à guérir l'amaurose ou l'atrophie commençante du nerf optique.

Il faut bien se garder d'employer un courant trop intense et de faire des interruptions fréquentes, car souvent l'emploi peu méthodique du traitement hâte et exagère le travail inflammatoire et précipite la cécité complète. Nous avons vu des malades qui ont ainsi éprouvé une aggravation très-grande, non-seulement entre les mains des électriseurs empiriques, mais même en étant soignés par un oculiste très-distingué et de grande réputation. Voulant, sans doute, suivre complétement la méthode préconisée par Benedikt, il promenait sur le front et sur la tête les rhéophores d'un courant assez fort, et la personne électrisée pendant la séance avait presque constamment la sensation des phosphènes. Nous le répétons, il faut une grande expérience et beaucoup de prudence dans l'électrisation du nerf optique, et, pour notre part, nous n'électrisons presque jamais que le ganglion cervical supérieur et le centre cilio-spinal. Nous agissons ainsi également et par action réflexe sur le nerf optique et directement sur la circulation intra-crânienne. Ce procédé a l'avantage de ne pas déterminer d'irritation du nerf optique, et, dans la plupart des cas, il donne des résultats avantageux. Dans l'atrophie progressive du nerf optique, nous avons pu quelquefois enrayer la maladie, ce qui est déjà un grand point; dans quelques cas même, comme le prouve l'observation suivante, nous avons même amélioré la vue :

R. Ch..., âgé de cinquante ans, se plaint, depuis trois ans, de céphalalgies, de douleurs dans les lombes, de fourmillement dans les jambes avec douleurs fulgurantes. Incertitude et hésitation dans la marche, surtout les yeux fermés.

A l'examen de la vue on trouve que le malade ne voit avec l'œil droit

que les doigts à 6 pieds; avec un verre biconvexe 10, il ne peut lire que quelques mots du n° 18 de l'échelle de Jæger, le champ visuel est libre; l'œil gauche est emmétrope, l'acuité de la vision égale $\frac{1}{2}$; avec un verre biconvexe 10, le malade lit le n° 1 de l'échelle de Jæger à 8 pouces. Les pupilles sont excessivement rétrécies.

A l'ophthalmoscope on constate une atrophie des papilles des nerfs optiques plus avancée à droite, teinte bleuâtre. Après trois mois de traitement, les phénomènes du côté de la moelle s'améliorent, et en même temps la vision s'est également amendée.

Le malade voit alors avec son œil droit les doigts à 2 pieds, avec un verre biconvexe 10, il lit le n° 16 de l'échelle de Jæger. L'œil gauche est dans le même état. Deux mois après, le malade voit avec son œil droit les doigts à 10 pieds et lit les petits mots du n° 14 de l'échelle de Jæger avec un verre biconvexe 10. L'acuité de la vision de l'œil gauche égale $\frac{2}{3}$.

Paralysie des nerfs musculaires de l'œil.— Ces paralysies peuvent, comme celles du nerf optique, être idiopathiques ou symptomatiques.

Lorsqu'elles sont symptomatiques de lésions cérébrales, elles se présentent souvent isolées (par exemple le mydriasis). La paralysie de la troisième paire par cause cérébrale est souvent accompagnée de myosis au lieu de mydriasis. Les paralysies idiopathiques sont périphériques et causées la plupart du temps par une affection rhumatismale. Le pronostic est bon lorsque ces affections sont récentes, il est la plupart du temps défavorable si la paralysie est ancienne et n'a encore éprouvé aucune amélioration par d'autres traitements.

Le traitement local consiste dans l'électrisation de certaines branches du trijumeau; mais ici encore, pour les raisons que nous avons exposées plus haut, nous préférons presque toujours n'électriser que le sympathique. Dans les deux observations suivantes, nous n'avons électrisé que le sym-

pathique au cou et le centre cilio-spinal, et l'affection, quoique locale, a été guérie et même assez rapidement.

Mme Marie D..., âgée de soixante-deux ans, demeurant à Nanterre, se présente à la Clinique de M. Liebreich, le 20 mars 1869. On constate un strabisme convergent de deux lignes, suite d'une parésie de la sixième paire à droite. L'affection a commencé il y a un mois.

En examinant la réfraction, on trouve à l'œil droit un astigmatisme myopique de $\frac{1}{30}$ axe vertical; l'acuité de la vision de cet œil égale $\frac{7}{8}$; une presbytie de $\frac{1}{15}$. La malade lit avec un verre biconvexe 15, combiné avec un verre cylindrique convexe axe horizontal 36, le n° 1 de l'échelle de Jæger à 8 pouces.

A l'œil gauche on trouve un astigmatisme myopique de $\frac{1}{30}$; axe vertical incliné de 20 degrés en dedans. L'acuité de la vision de cet œil égale $\frac{7}{8}$; la presbytie est de $\frac{1}{15}$. La malade lit avec un verre biconvexe 15, combiné avec un verre cylindrique convexe 30, axe horizontal le n° 1 de l'échelle de Jæger à 8 pouces.

Elle nous est adressée vers le milieu d'avril, et nous faisons trois séances par semaine d'électrisation, en plaçant les rhéophores sur les vertèbres cervicales et sur le sympathique.

Le 5 mai 1869, la diplopie a beaucoup diminué, de la largeur de la main à la largeur d'un doigt. A la fin du mois la guérison est complète.

— M. R... (1), âgé de cinquante et un ans, aiguilleur sur la ligne du Midi, vient à la clinique du docteur Wecker, le 8 septembre 1868, afin d'obtenir la guérison d'une diplopie qui fait, dit-il, le tourment de sa vie.

L'épreuve des doubles images, faite à l'aide d'un verre légèrement teinté de rouge, mis du reste devant l'œil qu'on soupçonne être sain, donne comme diagnostic une paralysie du droit externe de l'œil gauche et du droit supérieur du même œil.

A une distance de 20 pieds, les deux images étaient latéralement distantes de 3 centimètres; en hauteur, de 80 centimètres.

Avant l'apparition de la diplopie, le malade avait souffert de fortes douleurs de tête, que nous soupçonnons avoir été rhumatismales.

On prescrit provisoirement de l'iodure de potassium à l'intérieur et des frictions mercurielles et belladonées sur le front et les tempes.

(1) Observation communiquée par M. Burcke, chef de clinique de M. Wecker.

De plus, on fait un choix de verres destinés à amoindrir, autant que faire se peut, la diplopie pour les objets rapprochés.

Quinze jours après, le malade est envoyé à M. le docteur Onimus, qui le soumet au traitement des courants continus.

M. R... revient nous voir à la clinique tous les dix jours, et à chaque visite, l'épreuve des doubles images est faite, ainsi que la valeur de leur écartement au moyen des prismes.

Après quinze séances d'électrisation, l'écartement des images, vaincu seulement par un prisme n° 14, est à la fin neutralisé par un prisme n° 4.

La diplopie latérale persiste plus longtemps.

Dès ce jour, le malade ne fut plus incommodé par la gêne horrible qu'occasionne cette infirmité, surtout pour des yeux voués à un métier qui demande une grande fixité et une grande précision dans le regard.

Dernièrement nous avons revu le malade, et c'est à peine s'il accuse un léger dédoublement de la flamme d'une bougie, qu'on lui donne comme objet de fixation.

Affection parétique du sympathique.

La plupart des affections du sympathique ont été étudiées en même temps que les autres affections qui les accompagnent; c'est ainsi que l'étude des paralysies des nerfs sympathiques a été faite en même temps que celle des troubles vasculaires. Les affections spinales produisent également des altérations consécutives des ganglions sympathiques, mais dans ces cas les phénomènes se confondent la plupart du temps avec ceux de l'affection primitive.

Nous n'aurions donc pas à faire un paragraphe spécial pour les affections du sympathique, si nous n'avions eu l'occasion d'observer une maladie toute spéciale et dont les symptômes ne peuvent être dus évidemment qu'à une sorte de névrose du ganglion cervical supérieur.

L'observation que nous allons relater est intéressante à plus d'un titre; malheureusement nous n'avons pu suivre le malade, car au bout de fort peu de temps de traitement,

la guerre survenant avec la Prusse, il fut obligé de partir pour l'armée.

Blanpain, âgé de vingt ans, employé de commerce, sans maladies antérieures. A l'âge de six ans, il a eu une brûlure assez étendue du bras gauche sans aucune complication ; à l'âge de quinze ans, il a ressenti des migraines qui revenaient presque tous les trois jours et qui restaient limitées au côté gauche de la tête. Quelques mois plus tard, il lui semble que la paupière de l'œil gauche faiblit et se soulève un peu moins facilement.

Un an plus tard, il éprouve, la nuit, des crampes dans la jambe gauche; ces crampes ne durent que pendant un temps très-court et ne surviennent que très-rarement, à peine une fois par mois.

Vers la même époque, il remarque que pendant les températures ambiantes, moyennes ou chaudes, la peau qui recouvre le poignet gauche est constamment en transpiration. Par les temps froids, il éprouve, au contraire, des douleurs sourdes dans le bras gauche, et la transpiration cesse. Il compare ces douleurs à des douleurs rhumatismales; il les ressent surtout dans les articulations de la main.

Depuis un an, la joue gauche est toujours plus rouge que la joue droite, et le malade accuse, de ce côté de la face, une sensation de chaleur bien plus prononcée. De plus, surtout vers le soir, il survient par places des sueurs abondantes. Ces sueurs apparaissent dans les régions qui avoisinent l'œil gauche. La vue du côté gauche est par moment un peu trouble, et ce symptôme apparaît surtout le soir. La pupille de l'œil gauche est contractée et très-petite. Ce sont ces derniers phénomènes qui déterminèrent le malade à consulter le docteur Liebreich qui, après lui avoir fait suivre, pendant quelque temps, un traitement interne à 'iodure de potassium, nous l'adressa pour essayer l'emploi de l'électricité. M. Liebreich avait, en même temps, constaté un ptosis léger, ou myosis variable ; il avait trouvé le nerf optique parfaitement sain, l'accommodation et la vue normales.

Lorsque nous vîmes le malade, pour la première fois au mois de mai 1870, il avait la face du côté gauche plus rouge et plus chaude au toucher que du côté droit. La pupille était fortement contractée, et la paupière baissée à moitié sur le globe de l'œil. Les sueurs apparaissaient tous les matins et tous les soirs; elles persistaient pendant près d'une demi-heure. Elles étaient plus abondantes le matin, et c'est également à ce moment que la pupille était plus contractée. Il ressent en même temps

des douleurs dans les articulations de la main, qui sont toujours plus fortes vers le soir.

Les migraines ont disparu depuis six mois.

Au thermomètre, la température paraît un peu plus élevée de 0,3 à 0,6 du côté gauche.

Le malade ne se plaint d'aucun malaise, et sa santé générale est très-bonne.

Nous commençâmes le traitement par l'électrisation très-modérée du ganglion cervical supérieur du côté gauche. Au bout de cinq séances, la paupière supérieure se relevait mieux, et la différence sous ce rapport entre les deux yeux n'était plus appréciable.

Les douleurs des articulations de la main avaient disparu.

Au bout de quatre nouvelles séances, le malade crut remarquer que les sueurs étaient un peu moins abondantes.

La pupille était toujours contractée, et sous ce rapport il ne s'était encore produit aucun changement.

C'est à cette époque que le malade fut obligé de partir pour l'armée et que nous le perdîmes de vue.

La succession des phénomènes nous paraît très-curieuse dans cette observation, et elle semble démontrer que la migraine est bien une névrose du ganglion cervical supérieur, qui à la longue peut amener une sorte de parésie.

Cette affection avait déjà été signalée, pour la première fois, par le docteur Horner (*Zehender's klin. Monatschr.*, juillet 1869).

Dans le *Bulletin de la Société médicale de la Suisse romande* (Lausanne, 1870), nous trouvons des faits analogues communiqués par M. le docteur Dufour. Les cas observés sont au nombre de cinq, comprenant tous des personnes du sexe féminin.

1° Mme A..., quarante-six ans, ptose incomplète à droite depuis plusieurs mois. Pupille plus étroite à droite où elle ne parvient pas à se dilater dans l'obscurité. La malade transpirait autrefois sur la moitié gauche du visage, maintenant elle ne transpire presque plus du tout. En revanche,

quand la malade s'anime, la moitié droite du visage rougit beaucoup plus que la moitié gauche. Différence de température non appréciable à a main entre le côté droit et le côté gauche. Des mesures thermométriques ne purent être faites.

2° Mlle B..., vingt et un ans, a remarqué l'affection il y a sept ou huit ans. Ptose incomplète, pupille contractée, rougeurs de la joue et transpiration du côté droit. Transpiration plus accusée même à l'aisselle droite, ce qui avait frappé la malade depuis longtemps lorsqu'elle examinait son linge.

Des mesures thermométriques accusent une différence de 0°,6 à 0°,9 en faveur du côté droit. Aux aisselles pas de différence.

3° Mme C..., trente-deux ans, a remarqué la ptose depuis deux ans *à droite*. Pupille contractée de ce côté; en revanche, augmentation marquée de la rougeur et de la température au toucher *pour la joue gauche*. On ne remarque rien, quant à la respiration, à la sécrétion de la salive, aux battements du cœur ni à aucune autre fonction régie par le sympathique.

4° Mme D..., quarante-trois ans, a les symptômes ordinaires à l'œil droit. Différence de rougeur en faveur de la joue droite, Différence de température de 0°,2 à 0°,5 en faveur de la joue droite.

5° Mlle E..., vingt-quatre ans, se plaint catégoriquement d'avoir trop chaud du côté gauche de la figure. Il existe un certain degré de ptose et en même temps un léger degré d'exophthalmie à gauche, ce qui fait que la paupière de ce côté ne peut jamais être complétement levée grâce à la paralysie incomplète et qu'elle se ferme plus péniblement que de l'autre côté. Différence de température appréciée à la main, mais non au thermomètre.

Dans tous ces cas observés, M. Dufour a de plus constaté que la latitude de l'accommodation était normale, c'est-à-dire en rapport avec l'âge de la malade. Nulle part cette affection n'a paru, comme telle, agir défavorablement sur l'acuité de la vision. A l'ophthalmoscope, il n'y a que le cas 5 qui ait présenté une différence notable dans le calibre des veines de la rétine, différence en ce sens que les veines du côté gauche sont remarquablement dilatées, à peu près le double de leurs dimensions du côté sain, d'ailleurs régu-

lières et sans autres anomalies. Nulle part il n'a été possible de trouver une cause locale quelconque agissant sur le sympathique cervical, ni de trouver une anomalie dans le reste du corps qu'il soit possible de rapporter à un genre semblable d'affection.

M. Dufour a employé inutilement, dans ces cas, l'iodure de potassium. Des cures altérantes ou fortifiantes sont également restées sans effet.

Le courant d'induction a été essayé en vain dans les cas 2, 3 et 4 et en variant les points d'application.

L'ergotine fut employée dans les cas 2 et 4 en injections sous-cutanées. Plusieurs injections furent faites sans résultat. Elles furent d'ailleurs sans effet fâcheux, et parvinrent même à donner, pendant quelques heures, un équilibre de température.

Enfin, M. Dufour ajoute qu'il a quelque raison de croire à l'effet favorable du courant constant; mais que jusqu'à présent, il n'a pu l'employer d'une manière suffisamment suivie.

CHAPITRE III

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LE SYSTÈME MUSCULAIRE.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES.

DES MUSCLES STRIÉS.

On distingue deux espèces de fibres musculaires, les fibres striées et les fibres lisses. Les premières président aux mouvements de locomotion et, en général, à tous les mouvements volontaires ; les secondes aux mouvements de la vie végétative et forment la paroi de la plupart des organes les plus importants de l'organisme, tube digestif, vaisseaux sanguins, vessie, utérus, etc. Ces deux espèces de fibres musculaires ont des propriétés différentes au point de vue anatomique, comme au point de vue physiologique. Elles se comportent également différemment sous l'influence de l'électricité ; nous croyons donc nécessaire de séparer leur étude, et comme l'action de l'électricité sur les fibres striées est la plus connue, nous commencerons par rechercher les phénomènes que présentent ces fibres sous l'influence des divers courants électriques.

Courants continus. — Les courants continus, appliqués

directement sur les muscles, déterminent des contractions au moment de la fermeture et de l'ouverture du courant.

La contraction produite par la fermeture est toujours plus forte, quelle que soit la direction des courants, que la contraction qui a lieu à l'ouverture.

Pour bien s'assurer que le courant n'agit que sur la fibre musculaire et non sur les nerfs moteurs, il est nécessaire d'empoisonner l'animal par le curare (Cl. Bernard), ou de faire la section du nerf plusieurs jours auparavant (Longet). Dans ces deux cas, on constate facilement que la direction du courant n'a pas d'influence sur la contraction musculaire. Cependant, en enfermant dans un circuit de courant continu plusieurs muscles, on remarque le plus souvent que les fibres musculaires qui se trouvent près du pôle négatif se contractent plus énergiquement que celles qui se trouvent près du pôle positif. Ce fait est sans doute dû à ce que tous les filets des nerfs moteurs ne sont pas complétement détruits et à l'action électrolytique plus énergique du pôle négatif.

Des contractions galvanotoniques. — La question des contractions galvanotoniques est très-compliquée si l'on veut la suivre dans toutes ses conséquences. Elle se confond en partie avec la question encore très-débattue du *ton musculaire*, ou *tonus*. On sait que beaucoup de physiologistes ont admis que les muscles éprouvaient constamment une certaine influence continue et involontaire des organes centraux. Nous ne pouvons nous étendre sur ce sujet ; mais quoiqu'au point de vue physiologique cette influence des centres nerveux sur les fibres musculaires ne soit pas encore bien démontrée, nous avons constaté, et par la vue et par des graphiques, pour des muscles sains et dans des cas

pathologiques, que le muscle demeurait plus raccourci pendant le passage d'un courant continu.

Remak, qui a beaucoup étudié les contractions galvanotoniques, rapporte comme il suit ses premières expériences.

« Je fis d'abord usage d'un courant constant provenant de 40 éléments de Daniell ; mais comme il était trop douloureux, je descendis à 30 éléments, et moins encore. Les rhéophores de cuivre dont je me servis étaient égaux, et terminés par deux boutons demi-sphériques d'un diamètre intérieur d'un demi-pouce, recouverts d'une éponge humide et d'un linge. Je me fis appliquer l'un deux sous l'articulation du poignet, de manière que le nerf médian passât sur le bouton, et que la main se trouvât pendante de l'autre côté du rhéophore. Au moyen de la main droite, je fermai rapidement la chaîne en appliquant l'autre rhéophore sur un point plus élevé du nerf médian, soit dans l'articulation du coude, soit au bord interne du biceps brachial.

» Que le courant fût descendant ou ascendant, je sentis dès l'application du rhéophore supérieur une sensation de picotement suivant la ramification du nerf médian, jusque dans le bout des doigts ; en même temps ma main, par un mouvement involontaire et croissant, mouvement produit par les extenseurs de la main et des doigts et compliqué encore par leur extension forcée, commença peu à peu à s'élever jusqu'à former un angle de 45 degrés. Aussi longtemps que le courant parcourait le nerf médian, la main resta dans cette position, mais, dès l'ouverture de la chaîne, elle retomba dans sa position primitive. Je pouvais pourtant, sans grand'peine, pendant que le courant parcourait ainsi le nerf médian, vaincre cet état d'extension involontaire de

la main, parce que les muscles, néanmoins animés par le nerf médian, obéissaient encore à ma volonté. Mais cet état se reproduisait dès que je faisais cesser l'influence de ma volonté. Des phénomènes analogues se reproduisaient en faisant passer un courant constant par le tronc du nerf radial. Un des rhéophores était appliqué entre les muscles biceps et triceps, au point où le nerf radial devient très-superficiel, l'autre rhéophore sur la face dorsale de l'avant-bras sur le trajet du nerf interosseux. Au moment de la fermeture de la chaîne, j'observai des contractions continues ou toniques de tous les muscles qui, dans-l'avant bras et la main, sont animés par les nerfs médian et cubital. C'est-à-dire qu'il se produisait des phénomènes de flexion de la main et des doigts avec une adduction dans la paume de la main. On pouvait de même rendre visibles de semblables oppositions entre le nerf médian et le nerf cubital, et dès qu'on introduisait dans le circuit du courant les autres troncs nerveux, on pouvait observer des effets analogues opposés sur le trajet de chaque tronc nerveux. Il est vrai de dire que le même jour j'observai encore des phénomènes différents sur d'autres personnes. Ainsi le courant constant traversant un tronc nerveux ne produisait pas un mouvement antagonistique, mais bien une contraction tonique de tout le domaine du nerf *traversé par le courant*.

» Jusqu'à cette époque on savait que le courant constant, à son entrée ou à sa sortie, provoquait une seule contraction passagère, mais que dans l'intervalle les muscles restaient en repos. On connaissait aussi les contractions dites *tétaniques* des muscles qui se produisent lors de l'action de courants induits sur ces organes. On n'ignorait pas que ces contractions, qui ne sont qu'apparemment uniformes, ne sont

produites que par une succession très-rapide de contractions provoquées par de très-nombreux chocs d'induction. Mais ce que, moi, j'avais observé, c'était une *contraction tonique continue* produite par un courant constant continu (non interrompu), contraction sur laquelle ni l'œil ni la sensation ne pouvaient découvrir une oscillation, et qui par cela même présentait la plus grande analogie avec une contraction volontaire.

» Je me crus donc autorisé à introduire plus tard, sous le nom de *contraction* ou *raccourcissement galvanotonique*, cette nouvelle forme de la contraction qui n'avait pas encore été observée sur l'homme, pour la distinguer de la contraction clonique ou tétanique, produite par des chocs d'induction, ou bien par des courants constants souvent interrompus. On voit donc ainsi que je n'ai pas choisi cette dénomination pour exprimer un rapport avec le *tonus central* qui n'est pas encore parfaitement établi aujourd'hui, mais bien pour rendre la nature du phénomène par un mot plus facilement compréhensible. »

Voici quelques-unes des propositions données par Remak.

1° Il faut, pour produire en général des contractions toniques dans un membre, faire passer par un tronc nerveux un courant très-fort et douloureux.

2° Si un courant passant par un nerf produisait une contraction tonique, cette contraction avait toujours lieu, que le courant renfermât une plus grande ou une plus petite portion du tronc nerveux.

Il suffisait, par exemple, pour le nerf médian, de n'enfermer dans le circuit que la portion du nerf qui est située au bord du bout inférieur du muscle biceps. Cependant la

facilité de l'excitation augmente avec la longueur de la portion nerveuse enfermée dans le circuit.

3° Un courant peut provoquer une douleur intolérable, sans donner lieu à une contraction tonique, tandis que chez un autre sujet, ou quelquefois chez le même, mais dans un autre temps, le même courant provoquera une contraction tonique violente et une douleur à peine sensible.

4° La contraction tonique, après l'introduction du courant dans le nerf, se produit dans des cas où le même courant, appliqué d'une manière analogue sur un muscle du même membre, ne produirait pas de contraction de fermeture.

5° Cependant la formation de contraction tonique est ordinairement favorisée par les mêmes circonstances qui facilitent la contraction de fermeture, c'est-à-dire une application subite et prompte des rhéophores sur les nerfs.

Il est des cas aussi où la contraction tonique dans le domaine du nerf ne commence que lorsqu'on éloigne lentement le rhéophore du tronc nerveux sur lequel on l'avait fortement appliqué pendant environ une minute, et cette contraction se prolonge aussi longtemps que le rhéophore repose sur le nerf en touchant légèrement la peau.

6° Vingt à trente éléments de Daniell suffisent ordinairement pour rendre visibles sur le bras d'un homme les contractions toniques. Il est des hommes sains, chez lesquels il faut employer jusqu'à quarante et même cinquante éléments pour provoquer ce phénomène. Si la contraction tonique n'a pas lieu lors de la première application des rhéophores, il n'est pas rare de la voir se produire à la seconde ; le courant constant ayant parcouru le tronc nerveux pendant une minute et plus, c'est-à-dire dans le cas où le courant pro-

duit plus facilement dans le muscle des contractions d'entrée.

7° La plupart des hommes jeunes et fortement musclés ne présentent, toutes choses égales d'ailleurs, que des contractions toniques dans le domaine du tronc nerveux parcouru par le courant. On voit cependant quelquefois sur le même homme, mais à des jours différents, ce phénomène varier, et la contraction avoir lieu tantôt dans le domaine du nerf parcouru par le courant, tantôt dans le domaine du nerf antagoniste.

8° La volonté a de l'influence, en tant qu'elle peut empêcher la production de la contraction antagonistique.

« Les expériences les plus intéressantes sont celles qu'on pratique sur les peauciers de la face. Ces muscles sont minces et peuvent facilement se détacher; ils se rendent, comme on le sait, aux lèvres, qui sont garnies de gros poils; ces poils, quelquefois, lorsque les contractions cloniques frappent ces mêmes muscles, se trouvent dans un mouvement oscillatoire continu. Dans ces cas, quand on fait passer par ces muscles un courant de dix éléments et plus, on voit le mouvement des poils s'arrêter, la lèvre être tirée de côté et persister dans cette position tant que le courant agit.

» A-t-on mis à nu les muscles de la face, et y fait-on passer alors un courant de cinq éléments et plus, on provoque de très-fortes contractions toniques, qui cessent dès qu'on interrompt la chaîne. Ces contractions durent avec une force égale, alors même que le tronc du nerf a été sectionné. »

Nous ne contestons nullement les faits avancés par Remak; seulement, ici comme dans les expériences faites sur le système nerveux, il est très-important de tenir compte de

outes les conditions du phénomène, et sous ce rapport il est iécessaire d'analyser chacun des faits séparément.

Remarquons tout d'abord que certaines expériences rapportées par Remak ne démontrent nullement la production le contractions galvanotoniques pendant le passage de ourants constants et continus. Ainsi, lorsqu'on promène les lectrodes sur la surface de la peau, on obtient, et cela est rès-manifeste chez l'homme et chez les animaux, des conractions permanentes. Mais, dans ce cas, on change à chaque nstant l'intensité du courant, et l'on vient en même temps xciter de nouvelles fibres nerveuses ; ce n'est donc plus un ourant constant et continu que l'on emploie, mais bien un ourant très-rapidement interrompu, et par conséquent, ce ui serait étonnant dans ce cas, c'est de ne pas obtenir de ontractions permanentes.

Souvent même, on croit maintenir l'électrode immobile andis qu'il éprouve de légères oscillations qui déterminent une série de contractions. Ainsi, en plaçant un fil nétallique sur un muscle, et en faisant passer par ce fil un ourant continu, chaque fois que le muscle se contracte e fil métallique est soulevé, et la force de projection lui ait quitter momentanément le contact direct avec le nuscle ; après avoir ainsi été projeté, le fil métallique etombe par son propre poids et rétablit le circuit du courant ; il détermine par conséquent une nouvelle contraction ui le soulève de nouveau et l'éloigne pendant un instant du nuscle ; puis il retombe, et revenant en contact avec le nuscle, il provoque de nouvelles contractions, et ainsi de uite.

Cette remarque est importante, car ce fait se produit souvent dans les expériences physiologiques, et chez

l'homme on l'observe également, lorsqu'on n'a pas soin de bien maintenir à la même place, et d'une manière très-régulière, les électrodes.

Nous sommes donc en droit d'éliminer les cas dans lesquels on produit des contractions successives, dues à des interruptions du courant constant.

Il nous reste donc à examiner si réellement, avec un courant constant et continu, on obtient une contraction permanente de la fibre musculaire. Sous ce rapport, il nous faut distinguer plusieurs cas, et bien définir en quoi peut consister la contraction galvanotonique.

Nous posons comme première loi, pouvant être facilement vérifiée expérimentalement, que jamais les courants continus sur des muscles sains ne produisent une contraction permanente aussi marquée que celle que l'on obtient avec d'autres excitants, et surtout avec des courants d'induction.

Toujours, chez l'homme, la contraction galvanotonique, obtenue avec les courants continus, peut être effacée par la volonté, tandis que celle-ci ne peut empêcher la contraction permanente des muscles sous l'action des courants induits.

Sur les animaux, il est difficile de bien faire ces distinctions, mais, chez l'homme, elles sont des plus faciles, et nous avons eu l'occasion de les constater plusieurs fois, car chez l'homme seul on peut faire intervenir à son gré l'influence de la volonté. Mais, comme le démontrent les tracés ci-joints, cette contraction galvanotonique n'en existe pas moins chez tous les animaux, même lorsqu'un membre est complétement séparé des centres nerveux.

Le graphique que l'on obtient en électrisant un muscle

ou le nerf moteur avec un courant momentané est représenté par une élévation très-brusque de la ligne, au moment de la fermeture du courant, puis la ligne retombe à son niveau primitif. Mais en prolongeant le courant, on obtient les tracés des figures 66, 67 et 68.

On électrise en A et en A′, et on cesse en B et en B′;



Fig. 66.

l'élévation de la ligne que l'on obtient à chaque fermeture du courant se maintient (fig. 66) au même niveau, et

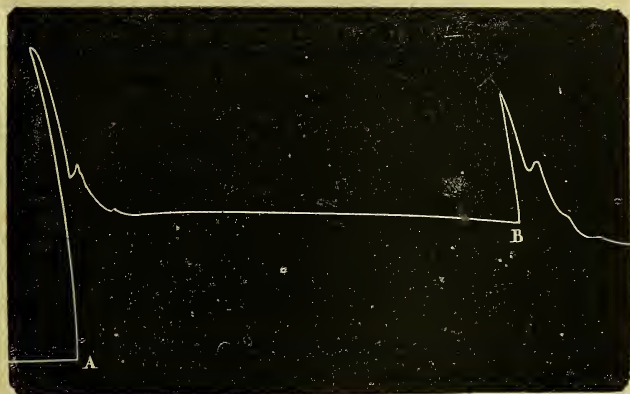


Fig. 67.

ne s'abaisse qu'au moment où l'on cesse le courant. Mais ce cas est très-rare, et l'on observe presque constamment les tracés 67 et 68.

Dans ces deux tracés, après l'élévation de la ligne au point A, au moment de la fermeture du courant, la ligne

baisse beaucoup, mais ne retombe pas au niveau primitif.

Au point B, au moment où l'on cesse l'électrisation, la ligne retombe et revient peu à peu jusqu'à son niveau primitif.

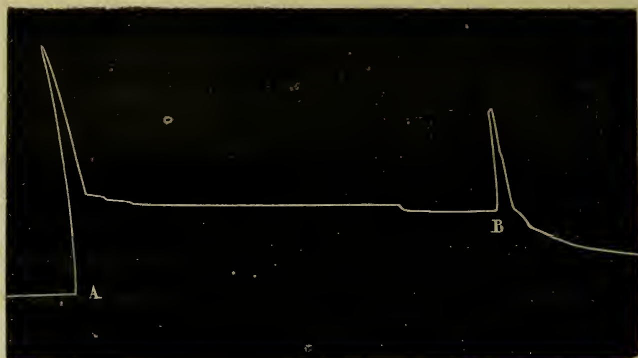


Fig. 68 (1).

Lorsqu'on maintient le passage du courant pendant plus longtemps, la ligne qui réunit la contraction de fermeture et celle d'ouverture, ne reste pas droite, elle tend constamment à baisser et à atteindre le niveau primitif. Quelquefois cette ligne, au lieu d'être régulière, est formée par une série de petites élévations (fig. 69). Ce cas s'obtient surtout avec un courant assez fort et des muscles très-excitables ; ces petites élévations indiquent les contractions fibrillaires, que l'on observe souvent dans les premiers moments du passage des courants continus.

Tous ces tracés montrent, en même temps, que la con-

(1) Il y a dans la forme de ces tracés des imperfections qui tiennent à la position vicieuse du levier ; aussi ne donnons-nous pas ces tracés comme types de contraction musculaire ni comme exacts dans tous leurs détails. Leur ensemble seul mérite d'être étudié, et ce n'est qu'à ce point de vue général que nous avons conservé ces tracés.

traction d'ouverture est toujours plus faible que celle de fermeture.

La contraction galvano-tonique est donc un fait réel.

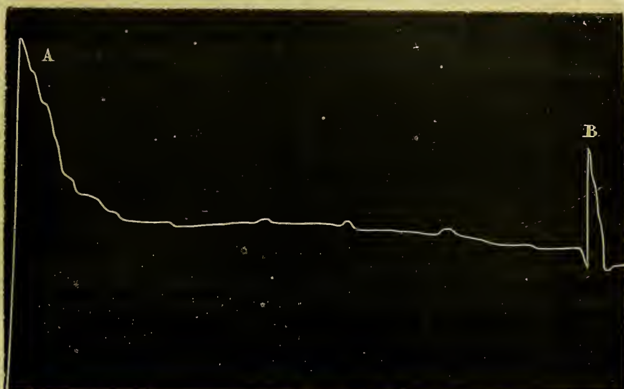


Fig. 69.

Mais là ne se borne pas l'étude des contractions galvano-toniques. Remak prétend que la direction des courants n'a aucune influence sur ce phénomène, et c'est contre cette proposition que nous croyons devoir réagir. Dans tous les cas, excepté dans une seule expérience, Remak ne tient nul compte de la direction des courants, il n'en fait nulle mention, et parle indistinctement des courants ascendants et des courants descendants. D'après nos expériences et nos observations cliniques, la direction des courants est, au contraire, de la plus grande importance pour la production des contractions galvano-toniques.

L'influence de la direction du courant électrique est démontrée par les tracés 70 et 72.

Les deux tracés 70 et 72 représentent une contraction du diaphragme. L'animal (un lapin) venant d'expirer, on ouvre rapidement le thorax, et on cherche le nerf phré-

nique. Une ampoule en caoutchouc avait été préalablement placée sous le diaphragme et transmettait sa pression à un appareil enregistreur.

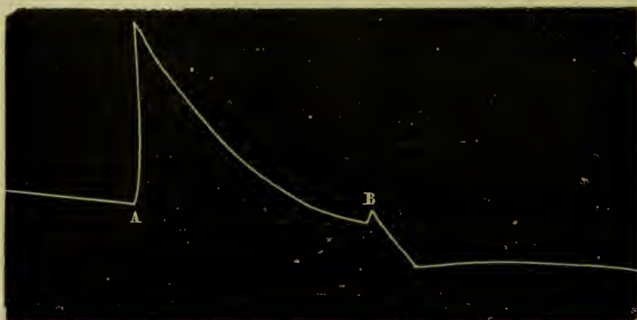


Fig. 70.

En électrisant ainsi le nerf phrénique avec un courant continu descendant dans sa portion thoracique, on obtient

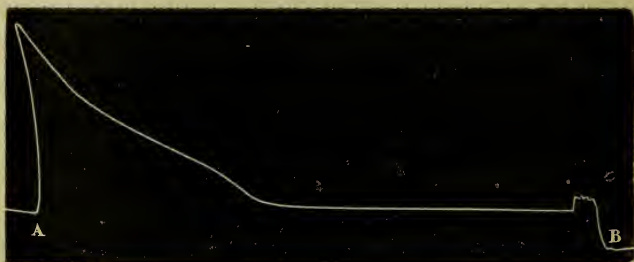


Fig. 71.

les deux tracés 70 et 71. En électrisant au contraire ce nerf avec un courant ascendant, nous avons obtenu le tracé 72. Pour tous ces tracés, on électrise en A et on cesse en B. La ligne qui suit la contraction de fermeture est bien différente selon la direction du courant. On voit qu'un courant descendant ne donne aucune contraction permanente, tandis que la ligne se maintient élevée avec un courant ascendant. Ce

qu'il y a en même temps de remarquable dans les tracés 70 et 71, c'est qu'après l'électrisation la ligne tombe même au-dessous du niveau primitif. Ce courant détermine donc un relâchement complet des fibres musculaires du diaphragme.

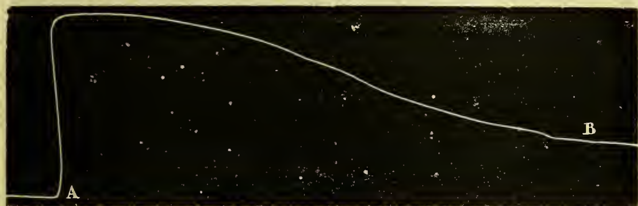


FIG. 72.

Les mêmes résultats s'obtiennent sur d'autres muscles, et les tracés obtenus par la contraction des muscles de la face indiquent bien nettement cette différence d'action des courants descendant et ascendant (voir page 261).

Chez l'homme, et nous l'avons constaté plusieurs fois, il y a dans la contraction de tel ou tel groupe musculaire, une différence très-nette selon la direction du courant. Notons que Remak obtient des contractions des extenseurs ou des fléchisseurs, selon les cas où il met le pôle positif ou le pôle négatif sur le nerf médian, et l'autre pôle sur le nerf radial, ce qui indique évidemment une différence d'action selon la direction du courant. Voilà, sous ce rapport, ce que nous avons eu l'occasion de vérifier plusieurs fois.

Lorsqu'on plonge la main dans de l'eau dans laquelle est placé un des pôles d'une batterie de Remak de 30 à 40 éléments, ce qui produit l'électrisation de toute la surface cutanée de la main, et qu'en même temps on place l'autre pôle sous l'aisselle, sur le plexus brachial, on détermine la contraction des muscles fléchisseurs de l'avant-bras, avec

le courant ascendant, et la contraction des muscles extenseurs avec le courant descendant.

Le même résultat a lieu en plaçant un des pôles sur le plexus brachial et l'autre sur le nerf radial ; dans ce cas encore, le courant ascendant produit la contraction des fléchisseurs et le courant descendant la contraction des extenseurs.

Comme le courant, dans ce cas, agit surtout sur le nerf radial, puisqu'il en suit le parcours, on peut avec raison admettre que, dans ce cas, le courant descendant donne lieu à des contractions directes, et que le courant ascendant donne lieu à des contractions réflexes, qui ne seraient autres que les contractions toniques antagonistes de Remak.

Notre manière de voir paraît d'autant plus juste, que, comme nous l'avons déjà souvent répété, il n'y a que peu de contractions pour les membres privés de sensibilité lorsqu'on emploie un courant ascendant, tandis que dans ces cas, les courants descendants donnent des contractions plus fortes. Le contraire a lieu lorsque le membre a complétement conservé l'intégrité des nerfs sensitifs.

De plus, comme le fait remarquer Remak, « il faut en général, pour produire des contractions toniques dans un membre, faire passer par un tronc nerveux un courant très-fort et douloureux. »

Pourquoi donc la nécessité de ce courant fort et douloureux, si ce n'est parce que dans ces conditions on agit sur les nerfs sensitifs, qui produisent par action réflexe une contraction galvano-tonique ?

Remak dit encore que la contraction galvano-tonique est ordinairement favorisée par une application subite et

prompte des rhéophores sur les nerfs, que chez des hommes sains, il faut employer jusqu'à quarante et cinquante éléments pour provoquer ce phénomène, que chez des hommes jeunes et fortement musclés, on ne peut obtenir des contractions toniques que dans le domaine du tronc nerveux parcouru par le courant.

Tous ces faits concordent parfaitement avec notre manière de voir, car chez les personnes saines et fortes, c'est-à-dire en général d'une faible excitabilité nerveuse, il est difficile de provoquer les contractions galvano-toniques. Ces contractions sont donc dues à une influence du courant électrique sur les nerfs des membres, et non à leur action directe sur les fibres musculaires.

M. Duchenne nie complétement la production des contractions galvano-toniques ; il prétend n'avoir jamais pu réussir à déterminer ces contractions. « En résumé, dit-il, il ressort de mes propres expériences, que la production de contractures par courants continus, contractures dites contractions galvano-toniques, n'est pas encore démontrée. »

Peut-être qu'avec les restrictions que nous avons apportées aux propositions de Remak, nous pourrions convaincre M. Duchenne. Certes, il est très-rare d'obtenir facilement sur les muscles du bras des contractions galvano-toniques, et nous sommes loin d'admettre toutes les théories et toutes les hypothèses de Remak ; mais il n'en est pas moins vrai que le raccourcissement plus ou moins considérable de la fibre musculaire dans certains cas, pendant le passage d'un courant continu, est un fait exact.

On peut objecter aux expériences faites sur les animaux, que le nerf ou le muscle, étant directement en contact avec

les électrodes, éprouvent par l'action électrolytique une irritation continue. Cette objection est fondée, mais elle n'est vraie qu'en partie, car la direction des courants ne devrait pas alors avoir d'influence, et même c'est le courant descendant qui devrait produire les contractions galvano-toniques les plus énergiques, puisque, dans ce cas, le pôle négatif est plus près du muscle, et que ce pôle est le plus excitant. Or c'est le contraire qui a lieu.

Il y a donc bien dans ces phénomènes une influence réflexe, et peut-être une action qui se rapproche plus ou moins de la tonicité musculaire. Pendant tout le passage du courant, l'état moléculaire du nerf est modifié et excité, et par conséquent il est logique que le muscle soit influencé par cette excitation et y réponde par une contraction légère, mais permanente.

Sur certains muscles de l'homme, surtout sur ceux du pharynx et du larynx, cette contraction galvano-tonique est d'ailleurs incontestable.

Remak avait déjà observé (p. 136 et 137, *loc. cit.*) que « dans la région du larynx, les courants continus produisent facilement des contractions toniques des muscles de cet organe et la fermeture de la glotte. » Ce fait est très-réel, et nous avons eu occasion de le constater plusieurs fois. Chaque fois qu'on place un des pôles dans le voisinage de l'os hyoïde, la personne électrisée accuse une sensation de constriction dans l'arrière-gorge et le larynx, et si on la fait parler dans ce moment, le ton de sa voix est plus élevé, et souvent il lui arrive de ne pouvoir achever des mots commencés. L'observation suivante montre bien cette influence des courants continus sur la contraction tonique des muscles du larynx.

Une jeune fille, entrée dans le service de M. le professeur Sée, à l'hôpital de la Charité, présentait tous les phénomènes d'une asphyxie, avec fièvre, perte de parole, etc. Le cas paraissait assez grave, et heureusement s'améliora au bout de quelques jours, à la suite du traitement institué par M. Sée. Une aphonie complète persista après que les phénomènes d'asphyxie eurent disparu. Examinée au laryncoscope par M. le docteur Fauvel, la malade ne présenta du côté du larynx d'autre état qu'un relâchement des cordes vocales. M. Sée institua alors un traitement électrique ; et ce qu'il y eut de remarquable, c'est que dès le premier instant de l'application d'un faible courant à courant continu, la malade se mit à parler d'une manière très-intelligible et très-facilement. Dès qu'on cessait l'électrisation, l'aphonie survenait aussitôt, et disparaissait de nouveau du moment qu'on appliquait de nouveau le courant continu. La malade fut complétement guérie au bout de quelque temps. Nous ne prétendons pas, néanmoins, attribuer cette guérison à l'électricité, car la malade étant hystérique, on peut toujours objecter que la guérison eût pu se faire spontanément. Nous insistons sur ce seul fait, que pendant tout le temps du passage d'un courant continu, les muscles du larynx conservaient leur tonicité et se contractaient selon l'intonation voulue, et qu'il est incontestable que cet effet était dû uniquement à l'influence du courant continu. Nous croyons donc avec Remak que c'est surtout du côté du larynx que les contractions galvano-toniques se produisent facilement.

De l'influence des courants d'induction sur les muscles striés. — Les courants d'induction déterminent la contraction prompte et permanente des muscles striés. Ils mettent le muscle dans un état de contraction tétanique due à la rapidité des interruptions. Les graphiques obtenus montrent que l'application de courants d'induction détermine, au bout de fort peu de temps, une ligne complétement droite. L'élévation de la ligne se maintient pendant quelque temps, mais bientôt le muscle se fatigue et la ligne descend peu à peu. Enfin, si l'on continue l'action des courants d'induction, la contractibilité disparaît complétement et le muscle conserve la rigidité cadavérique.

Un même courant d'induction n'a pas toujours la même action, car son action dépend de l'excitabilité du muscle. Celle-ci, d'après M. Du Bois-Reymond, est d'autant plus grande que le courant électrique propre au muscle est plus fort. La température est également une cause très-importante, car pour chaque animal, la contractibilité musculaire atteint son maximum à une certaine température, au-dessus et au-dessous de laquelle elle est diminuée.

La fatigue, comme nous l'avons déjà dit, affaiblit très-rapidement l'excitabilité musculaire. Cette fatigue peut dépendre, ou d'excitants directs du muscle longtemps appliqués, ou du travail mécanique très-considérable exécuté par le muscle.

Dans ces cas, la contractilité peut être rétablie promptement en faisant passer un courant constant et continu, pendant quelque temps, à travers les muscles (Heidenhain).

Chaque fois que des courants d'induction, ou d'autres excitants, agissent pendant quelque temps sur la fibre musculaire, ils produisent, même après leur cessation, une rigidité qui peut durer un temps plus ou moins long. Ce fait, facilement observable expérimentalement, se produit chez l'homme après une grande fatigue. Tout le monde connaît la roideur et les douleurs musculaires qu'on éprouve après une marche forcée ou un exercice violent.

La raison physiologique de cette rigidité musculaire n'est pas bien connue, cependant il ressort évidemment de ces faits que l'activité musculaire est accompagnée de la formation d'une substance semi-solide qui reste quelque temps dans les fibres musculaires. Comme cette question est importante au point de vue électro-thérapique, nous croyons devoir nous y étendre un peu plus longuement

et donner de ces faits l'explication physiologique qui paraît la plus probable, et que nous empruntons à M. Hermann (1).

Voici probablement la manière la plus simple d'exprimer l'ensemble des phénomènes chimiques, soit pendant la rigidité, soit pendant l'état actif : le muscle contient à chaque instant une provision d'une certaine substance azotée, très-complexe, dissoute dans le contenu du muscle (dans le plasma musculaire); cette substance (l'inogène) peut se scinder par le travail de l'activité musculaire. Les produits de la scission sont entre autres : l'acide carbonique, l'acide sarcolactique et un corps albumineux qui se sépare d'abord sous forme gélatineuse, et plus tard (à la suite d'une certaine concentration) se contracte et devient solide (la myosine). La scission a lieu spontanément et lentement à l'état de repos, elle se fait avec d'autant plus de rapidité que la température est plus élevée; elle a lieu rapidement au delà d'un certain degré de température; elle peut aussi être renforcée tout d'un coup par des excitants. Ce renforcement subit constitue l'essence même de l'état actif. Une fois la substance épuisée, aucune activité musculaire n'est plus possible.

Cette substance n'a pas encore été isolée, parce qu'à chaque manipulation chimique elle se décompose comme on vient de le voir. La scission peut être empêchée par un échauffement subit et considérable (immersion dans l'eau bouillante), ou au moyen d'acides minéraux; mais dans les deux cas la substance est détruite. Au point de vue de sa

(1) Voyez *Eléments de physiologie*, par Hermann. Traduction française. 1869.

composition, elle devrait être placée à côté de l'hæmoglobuline, car ce n'est qu'en se décomposant qu'elles donnent toutes deux une substance albuminoïde.

Puisque la substance inogène est consommée dans l'activité musculaire, il est indispensable, pour que le muscle conserve sa faculté de travail, qu'il en reçoive toujours une certaine quantité, ou que cette quantité se renouvelle. Le rétablissement du muscle s'opère par le sang, comme on l'a vu, qu'il soit épuisé par la roideur ou par le travail. Mais le sang ne produit pas cet effet, en ce sens seulement qu'il apporte de la substance inogène ou qu'il la renouvelle; il entraîne encore au dehors les produits de la scission qui sont nuisibles pour le muscle. Il chasse sans cesse du muscle l'acide carbonique et très-probablement l'acide sarcolactique, nuisibles tous deux. — Le sang abandonne au muscle de l'oxygène; mais il est clair que celui-ci ne peut pas seul compenser la perte éprouvée, puisque le carbone et l'hydrogène (dans l'acide carbonique et l'acide sarcolactique) quittent sans cesse le muscle; le sang doit donc, outre l'oxygène, transmettre encore au muscle des matières organiques carburées et hydrogénées; — or, comme d'un côté tous les produits de scission de la substance inogène n'abandonnent pas le muscle (la myosine reste, puisque l'excrétion d'azote n'est pas augmentée par l'activité musculaire), que de l'autre côté, ce n'est point la substance toute formée, mais ces éléments qui sont amenés au muscle, il est très-probable que le rétablissement du muscle (abstraction faite de l'expulsion des matières nuisibles) consiste en une synthèse de la substance inogène à laquelle la myosine prend part de nouveau, et à laquelle aussi le sang apporte de l'oxygène et une substance privée d'azote encore inconnue.

(L. Hermann.) La myosine accomplirait ainsi dans le muscle une sorte de circulation chimique.

La rigidité provient essentiellement d'une coagulation par laquelle le contenu du muscle devient solide. (Brücke, Kühne.) Le corps coagulé, dont la séparation s'effectue instantanément à de hautes températures dans le plasma même du muscle, est la *myosine*. D'après des expériences faites sur le plasma (L. Hermann), on doit admettre que le contenu du muscle, formant d'abord un liquide épais, devient ensuite gélatineux, et que sa coagulation, comme celle de la fibrine dans le caillot du sang, se contracte et se solidifie; alors seulement le muscle se raccourcit et exprime une liqueur (le sérum du muscle). On distingue ensuite plusieurs degrés successifs de roideur dont le dernier est remarquable par la rétraction et l'opacité.

D'autres phénomènes se produisent encore : 1° une acidification déjà mentionnée, qui provient de la formation d'un acide ou d'un sel acide. On considère cet acide comme l'acide sarcolactique. La quantité d'acide que forme un muscle en devenant rigide est également grande, que la rigidité se développe lentement (spontanément), ou avec rapidité [par la chaleur (Ranke)]. 2° Un dégagement d'acide carbonique qui provient de la formation d'acide carbonique libre; la quantité de cet acide est la même, indépendante du mode de rigidité. Celle qui se forme alors est d'autant plus petite que le muscle a formé plus d'acide carbonique par ses précédentes contractions. (L. Hermann.)

A son premier degré de rigidité, le muscle peut être rétabli par une nouvelle circulation du sang, mais non plus au second; c'est-à-dire après la contraction de la myosine coagulée. Cependant, même dans ce cas il peut être rétabli

par le sang, si l'on dissout de nouveau la myosine coagulée avec une solution contenant 10 pour 100 de sel de cuisine. Le muscle d'un animal à sang chaud arrive très-promptement, par la ligature de son artère, à ce second degré qui ne peut plus être rétabli par la circulation.

Ces considérations physiologiques nous expliquent les différents effets que l'on obtient en électrisant les muscles avec des courants induits. Lorsque leur action est énergique et prolongée, ils fatiguent les muscles et déterminent l'usure rapide de ses éléments constituants par une activité exagérée ; c'est ainsi qu'ils finissent par amener la rigidité et la perte d'excitabilité.

Lorsqu'au contraire les courants d'induction n'agissent que pendant un temps très-court, ils activent le fonctionnement et la nutrition des muscles sans entraîner de rigidité. Ils amènent en même temps une plus grande activité de la circulation. Ces déductions concordent bien avec la remarque faite par M. Duchenne, qu'avec des courants d'induction il ne faut jamais électriser trop longtemps les muscles, et qu'il vaut mieux employer des séances courtes et souvent renouvelées.

Mais ces mêmes observations physiologiques nous montrent qu'il faut employer les courants d'induction avec ménagement, dans les cas où la fibre musculaire est profondément altérée ; car, pour se contracter, elle a besoin de trouver en elle les substances qui, par leurs combinaisons chimiques, produisent la contraction. Dans les cas où ces substances manquent en grande partie, on produit très-rapidement l'usure de celles qui existent encore, et conséquemment la roideur.

Il faut également employer les courants d'induction

avec ménagement, lorsqu'il y a des troubles vasculaires, car la circulation étant nécessaire pour apporter les produits utiles à la contraction et pour enlever ceux qui ont servi et qui ne peuvent être que nuisibles, il peut être dangereux de déterminer aussi énergiquement l'activité des muscles, lorsqu'on ne peut les mettre dans les conditons nécessitaires pour que cette activité se produise normalement.

En résumé, si dans certains états pathologiques les courants induits doivent être employés avec ménagement, ils sont dans l'état normal les excitants les plus énergiques des nerfs moteurs et de la fibre musculaire, non-seulement à cause de leur tension, mais encore parce que leur production et leur disparition sont très-rapides, et que, d'après la loi formulée par M. Du Bois-Reymond, « le nerf moteur ne répond pas dans chaque moment par une contraction à la valeur absolue de la tension du courant, mais à la modification de cette valeur d'un moment à l'autre. »

De la secousse musculaire.

La secousse musculaire déterminée par les courants électriques est rarement simple, car, sauf les cas où l'on ne fait passer qu'un courant d'ouverture ou de fermeture en employant des dispositions particulières des appareils électriques, on fait toujours arriver sur les nerfs et sur les muscles deux excitations ; car pour les courants de la pile, on a forcément la contraction produite par la fermeture du courant et celle produite par l'ouverture. Pour les courants induits il en est de même, car chaque fois qu'un courant est lancé dans le fil inducteur, il se forme un courant induit de fermeture et un courant induit d'ouverture.

Dans les tracés de contraction musculaire qui ont été

donnés jusqu'à présent, la plupart ont été obtenus avec des appareils électriques, où double excitation avait lieu. Il se forme alors dans le tracé une déformation plus ou moins visible, selon la durée du courant et la fatigue du muscle.

Cette déformation est sensible dans quelques-uns des tracés obtenus par M. Marey, et elle est très-marquée dans les graphiques musculaires donnés par Helmholtz. M. Marey attribue toutes ces déformations à l'influence du levier qui, dans ses mouvements rapides, exécute des vibrations qui se combinent avec la courbe réelle.

Helmholtz ne s'est point servi d'un levier, et admet que ces ondulations sont produites par des variations rhythmées dans le raccourcissement du muscle. Pour nous, elles sont dues à la double excitation du courant électrique, condition dont on a fort peu tenu compte.



Fig. 73.

Le tracé figure 73 a été obtenu avec un courant induit assez rapide. On y remarque cependant les deux sommets



Fig. 74.

déterminés par les deux contractions successives produites, l'une par le courant induit de fermeture, et l'autre par le courant induit d'ouverture. On distingue ces deux mêmes

contractions dans la figure 74, qui a été obtenue en employant un courant de la pile et en faisant une interruption très-rapide.

Dans la figure 75, le tracé représente la contraction musculaire produite sous l'influence d'un extra-courant. On distingue parfaitement, dans la ligne supérieure, les ondulations dues, la première au courant de la pile, et la deuxième à l'extra-courant et au courant d'ouverture de la pile. La ligne inférieure de cette figure représente les deux contrac-

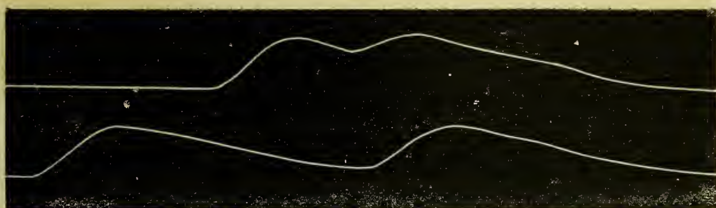


Fig. 75.

tions séparées, c'est-à-dire que nous avons prolongé la durée pendant laquelle le courant passe dans la bobine inductrice. La première contraction de la ligne inférieure correspond donc à la première ondulation de la ligne supérieure, et la deuxième contraction à la deuxième ondulation.

On remarquera en même temps que les contractions de la ligne inférieure, où l'excitation est simple, ne présentent aucune ondulation, et cependant le mouvement du levier a été le même.

Si la durée du courant est infiniment courte, les deux courants formés se succèdent si rapidement, que leur excitation arrive presque en même temps sur le muscle, et alors la deuxième ondulation se confond presque avec la première; le tracé n'offre plus, dans ce cas, d'irrégularité. La fatigue du muscle influe également sur la présence de ces ondula-

tions, car elles tendent à disparaître à mesure que le muscle se fatigue. Ce phénomène se voit très-bien dans les deux figures 76 et 77, où l'on voit les dernières lignes ne plus présenter d'ondulations.

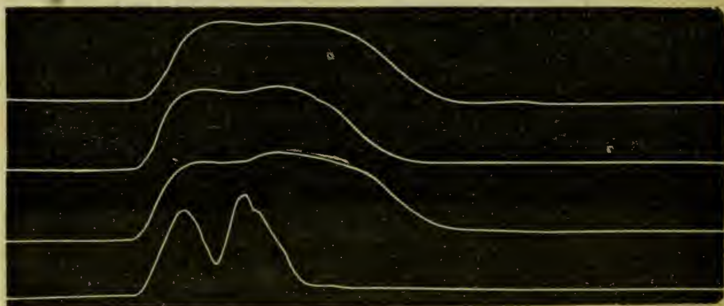


Fig. 76.

Dans ces deux figures, le tracé de la ligne inférieure a été obtenu en employant un courant dont la durée a été un peu plus longue que pour les lignes supérieures. C'est pour cela

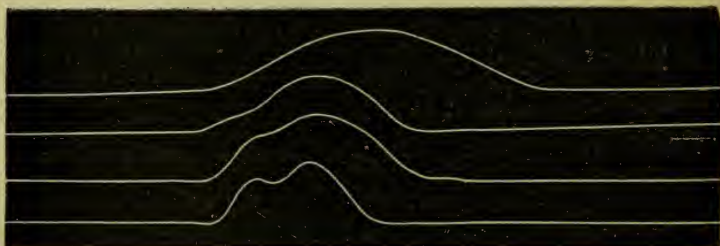


Fig. 77.

qu'on y remarque d'une manière si nette les deux contractions. Les autres lignes représentent les tracés que l'on obtient successivement en fatiguant le muscle. Le tracé de la deuxième ligne a été obtenu après trois secousses, celui de la troisième ligne après quinze secousses, enfin celui de

la ligne supérieure après vingt-deux secousses. On voit parfaitement qu'à mesure que le muscle se fatigue, l'ondulation tend à disparaître, et cela nous confirme encore dans l'opinion que, dans les tracés donnés par d'autres auteurs, par Helmholtz surtout, ces ondulations sont produites par les excitations électriques successives. En effet, dans ces graphiques, les vibrations, fortes au commencement de la secousse, s'éteignent peu à peu, et elles diminuent lorsque le muscle se raccourcit avec plus de lenteur.

Les tracés de la figure 76 représentent les contractions que l'on obtient en faisant passer rapidement un courant de la pile dans les muscles. La première ondulation est donc due à la contraction de fermeture, et la seconde à la contraction produite par l'ouverture du courant.

Dans la figure 77, le courant de la pile passe au contraire d'une manière continue et est interrompu à chaque tour du cylindre enregistreur ; la première ondulation est donc produite par la contraction d'ouverture, et la seconde par la contraction de fermeture.

Les positions respectives de ces ondulations varient également selon la fatigue du muscle, comme on peut le voir sur la figure 78.

La deuxième ondulation, qui d'abord est moins forte et placée plus bas que la première, s'élève peu à peu et augmente d'amplitude, à mesure que le muscle se fatigue. Elle finit même par dépasser la première ondulation et donne presque à elle seule la forme de la secousse musculaire.

Nous ne pouvons nous étendre plus longuement sur les différentes particularités que présente la secousse musculaire ; si nous avons insisté sur ces faits, c'est qu'ils ont une

importance pratique. En effet, avec tous les appareils induits employés en médecine, on détermine à chaque secousse une double excitation du muscle.

Pour l'extra-courant, le courant de la pile pouvant être

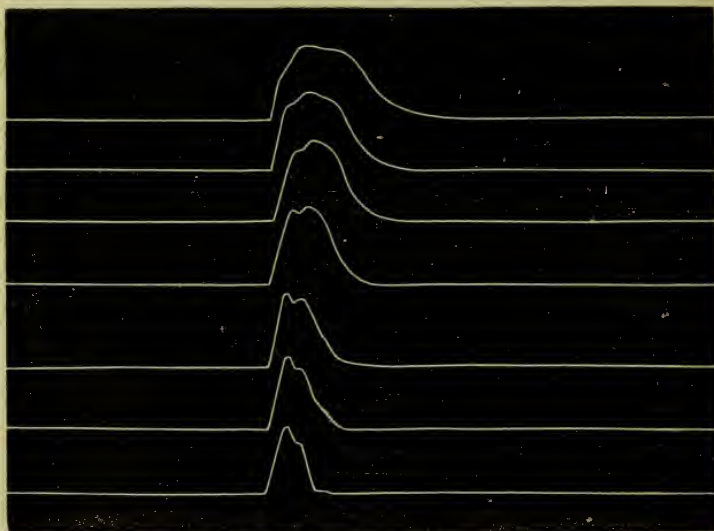


Fig. 78.

négligé, on ne produit à vrai dire qu'une seule excitation, mais il n'en est plus de même avec le courant induit de la seconde hélice. C'est là une différence importante qui influe évidemment sur les actions physiologiques et thérapeutiques de ces courants, et qui jusqu'à présent n'a guère été signalée.

Dans le premier chapitre de cet ouvrage, nous avons rapporté tout au long la discussion si importante, qui s'est élevée à ce sujet entre M. Becquerel et M. Duchenne ; mais nos recherches ne nous avaient pas encore conduit à pouvoir faire entrer dans cette discussion, cet élément si important

de l'excitation double, pour le courant de la deuxième hélice et de l'excitation simple (en négligeant le courant de la pile) pour le courant de la première hélice.

En pathologie, on doit également tenir compte de cette différence d'excitation des courants, car il ne doit pas être indifférent pour des muscles altérés ou fatigués, d'y produire une secousse musculaire simple, ou une secousse musculaire dans laquelle deux excitations égales se succèdent très-rapidement.

Pour les courants de la pile, la durée du courant et par conséquent de l'excitation pouvant être limitée à volonté, le médecin peut, selon les cas, déterminer des contractions se succédant lentement ou rapidement.

Des variations de température déterminées par la contraction musculaire.

La contraction des muscles est accompagnée d'une élévation de température. Chez l'homme, Ziemssen (1) a vu que la température du bras électrisé par un courant d'induction s'élevait de 1 à 2 degrés centigrades. Les premières minutes, cependant, il y a un léger abaissement (de 0°,1 à 0°,5), mais avant la fin de la troisième minute, la température s'élève et continue à s'élever de plus en plus. La température la plus haute a toujours lieu pendant les quatre ou cinq minutes qui suivent le moment où l'on a cessé d'électriser.

Les variations de température s'expliquent très-facilement par les changements de circulation qui ont lieu dans le membre électrisé. Au moment où l'on fait passer les

(1) *Die Electricität in der Medicin.* 1866, p. 29 et suiv.

courants induits, il y a resserrement des artérioles et par conséquent diminution de la circulation et abaissement de la température. Lorsqu'au contraire on cesse l'électrisation, il y a aussitôt dilatation des vaisseaux et afflux de sang. Nous avons vu qu'en électrisant le ganglion cervical supérieur avec des courants induits, il y avait, pendant tout le temps que le courant était appliqué, resserrement des artérioles et abaissement de température, mais que, immédiatement après avoir cessé l'électrisation, il y avait une forte élévation de température due probablement à une paralysie momentanée des vaisseaux.

Quant à l'élévation de température qui a lieu pendant l'électrisation d'un membre, elle est produite principalement par la contraction musculaire. On sait, en effet, que les muscles en se contractant produisent de la chaleur, et même lorsque la circulation est complétement arrêtée en un membre, si ce membre est contracté, la température est plus élevée que dans les autres parties du corps où la circulation se fait librement. Sur des grenouilles, où l'examen microscopique nous montrait d'une manière indubitable que toute circulation était arrêtée par les courants induits, nous obtenions encore une élévation de température très-marquée due à la contraction musculaire. Nous avons fait ces recherches avec le thermomètre différentiel de M. Walferdin, et comme Ziemssen, nous avons en même temps observé que la température est la plus élevée immédiatement après l'électrisation, parce que à ce moment, à la chaleur produite par la contraction musculaire, vient encore s'ajouter celle que détermine la circulation.

RECHERCHES CLINIQUES.

Des altérations histologiques de la fibre musculaire.

Les muscles subissent des altérations plus ou moins marquées dès que leur nutrition cesse d'être normale ou même à la suite d'une inactivité fonctionnelle de longue durée. Si les causes déterminantes agissent lentement, progressivement, les faisceaux musculaires deviennent, dès le début, plus petits, plus pâles, moins nettement striés; ce n'est encore qu'une atrophie. Lorsque les faisceaux ont perdu la moitié environ de leur diamètre, la destruction moléculaire du muscle s'accompagne de la production de granulations qui envahissent peu à peu les fibrilles dont les caractères physiques et physiologiques disparaissent. Au premier degré, dans le muscle atrophié, les éléments anatomiques sont conservés ; au second degré, il y a destruction des éléments musculaires.

Le nombre des granulations augmentant peu à peu, le faisceau des fibres primitives se trouve remplacé par une masse formée de granulations graisseuses, ou même de gouttes d'huile, et entourée par le myolemme. Dans certains cas, les granulations se résorbent peu à peu, et il ne reste plus que le tube du myolemme revenu sur lui-même.

Tel est le processus ordinaire que l'on observe dans certaines affections nerveuses, et notamment dans la paralysie musculaire progressive; mais dans d'autres circonstances, il n'est pas rare de voir la période d'atrophie manquer, et l'envahissement granuleux survenir d'emblée; c'est surtout lorsque la nutrition est troublée violemment.

En tout cas, les granulations qui remplacent les fibres

musculaires ne sont pas une transformation de ces fibres, c'est une formation moléculaire nouvelle qui envahit les éléments préexistants et détermine leur atrophie. L'aspect de ces granulations et l'influence des réactifs ne laissent aucun doute sur leur nature graisseuse, et il faut peu d'habitude des recherches microscopiques, pour les confondre avec l'état granuleux des muscles après la mort, état granuleux qui est dû, comme on le sait, à une coagulation.

Dans la première période d'atrophie, on conçoit que la cessation des causes morbides entraîne rapidement le retour à l'état normal, mais lorsque les fibrilles sont détruites, peut-on espérer le rétablissement du muscle? Les observations de Zenker et d'autres auteurs ont montré qu'à la suite des dégénérescences musculaires survenant rapidement dans les fièvres graves, et plus spécialement dans les affections typhoïdes, il y a une régénération du muscle; des éléments embryonnaires nouveaux se forment au milieu du muscle dégénéré et accomplissent leur évolution comme dans la période fœtale. Ces altérations des muscles dans les fièvres graves ont une évolution assez rapide, et quelques auteurs les considèrent comme de véritables myosites; il nous semble qu'on doit voir simplement dans ces faits une régénération succédant à une destruction par défaut de nutrition. Du reste, on peut voir ces divers phénomènes de destruction et de reproduction suivre une marche lente et progressive chez les grenouilles pendant le sommeil hibernal.

Les observations de Zenker, qui ont été contrôlées en France par M. Hayem, méritent d'être prises en sérieuse considération dans l'électrothérapie; il est clair que les courants d'induction n'auront aucune action sur des muscles qui ont perdu leur structure normale et leur contractilité,

tandis que les courants continus dont l'action ne se borne pas à mettre en jeu l'activité musculaire, mais qui favorisent la nutrition, seront d'un grand secours dans les mêmes circonstances.

Outre les granulations graisseuses qui remplissent le tube du myolemme, on peut rencontrer, en dehors des faisceaux, des amas de vésicules adipeuses disposées ordinairement en séries longitudinales ; ces vésicules adipeuses, pas plus que les granulations graisseuses, ne sont une transformation de la substance musculaire, et de fait, on les voit à l'état normal entre les faisceaux musculaires secondaires ; l'immobilité du muscle favorise la production d'un plus grand nombre de ces vésicules, et comme, en outre, les faisceaux musculaires diminuent simultanément de volume, les séries de vésicules adipeuses se trouvent plus rapprochées. C'est pour la même raison qu'on croit reconnaître plus de tissu lamineux dans un muscle atrophié ; supposons, en effet, que le tissu musculaire disparaisse en entier, on trouverait à la place du muscle le tissu lamineux normal, qui sépare les faisceaux secondaires ; il se peut du reste que dans certains cas, le tissu lamineux soit plus abondant, mais son développement ne se fait point aux dépens des fibres musculaires.

A la suite des lésions nerveuses, on remarque de notables différences dans l'état des muscles ; tantôt ils sont à peine atrophiés, tantôt ils ont subi une dégénérescence très-avancée ; il est certain que la paralysie des nerfs moteurs suffit pour déterminer l'atrophie des muscles correspondants, mais dans les cas où le muscle est entièrement dégénéré on doit rechercher si les nerfs vaso-moteurs ou les vaisseaux eux-mêmes ne sont pas atteints.

L'atrophie simple peut persister longtemps, pendant toute la vie même, sans arriver à la période de dégénérescence granulo-graisseuse. Dans le pied bot, par exemple, les muscles sont seulement atrophiés, c'est un arrêt du développement dont l'origine doit être cherchée dans les centres nerveux, ce n'est pas en réalité une affection musculaire, mais une maladie congénitale des centres nerveux.

Dans le voisinage des abcès, des tumeurs, on rencontre d'autres variétés de dégénérescence musculaire qu'on a désignées sous différents noms (*dégénérescence cireuse*, *vitreuse*, *colloïde*). Nous mentionnons seulement ces altérations qui intéressent spécialement les anatomo-pathologistes et dont la nature n'est pas encore nettement déterminée.

Enfin, on a observé l'ossification des muscles qui n'est en réalité qu'une production osseuse développée entre les faisceaux musculaires, et dont l'évolution n'est pas sans analogie avec l'ossification des tendons des oiseaux.

Traitement des affections musculaires.

Fatigue musculaire. — Si nous nous reportons aux conditions physiologiques de la contraction, et à l'étude chimique si neuve et si nette faite par M. Hermann, nous pourrons très-facilement comprendre l'influence des courants électriques sur l'état de fatigue et sur l'état de contracture des muscles.

La contraction du muscle a pour résultat la formation d'une substance albumineuse, la *myosine*. Cette substance, après un exercice violent, se trouve en grande quantité, et offre alors son premier degré de coagulation (d'où la roideur musculaire après une grande fatigue). A ce premier degré de rigidité, le muscle peut revenir à son état normal par

une nouvelle circulation du sang. L'excitabilité peut également être rétablie, dans ces cas, par un courant continu parcourant pendant quelque temps le muscle dans le sens de sa longueur (Heidenhain).

Il est rare que la fatigue musculaire ne cesse après quelque temps de repos, et par conséquent l'emploi des courants continus est fort peu employé dans ces cas. Cependant Remak a eu l'occasion de les employer dans ces circonstances. Voici les observations qu'il rapporte :

Auguste Alberstadt, ébéniste, âgé de trente-huit ans, souffre depuis neuf jours, à la suite d'une grande fatigue, de fourmillement, d'engourdissement, de paralysie dans tout le domaine du nerf radial. En serrant le poing, la main se fléchit aussitôt, et le malade n'est plus capable d'étendre le poing. Il ne peut qu'exercer une faible pression en nous donnant la main, et il lui est impossible de pouvoir soulever une chaise. On a employé, mais sans aucun succès, des bains et des frictions. Déjà, à la première séance, soulagement marqué ; mais ce n'est qu'à la suite de la deuxième qu'il peut étendre sa main, et, après la troisième, il lui est possible de soulever une chaise le bras et la main étendus. J'ai appris plus tard, par un autre patient, que la guérison s'était parfaitement maintenue.

Il arrive très-fréquemment qu'à la suite d'excessifs travaux, les ouvriers éprouvent des douleurs et des faiblesses dans les muscles. L'application de courants stabiles, ou mieux encore des courants labiles, les enlèvent immédiatement. Les douleurs paraissent se rattacher à une région nerveuse ou musculaire déterminée.

— L'ouvrier ébéniste Münchhofe, âgé de vingt-neuf ans, éprouvait depuis quelques jours, à la suite d'un fatigant travail, une douleur et une faiblesse dans les mouvements du bras droit, dans le deltoïde postérieur, le trapèze et le long supinateur. Des courants stabiles de trente éléments de Daniell, passant en direction descendante par les muscles susnommés pendant deux minutes, guérirent instantanément le malade.

— Lehmann, ouvrier en bateaux, âgé de quarante-trois ans, chargé d'un travail fatigant à une grue, souffre depuis de longues années de douleurs et de faiblesses dans les deux bras, aux points d'insertions inférieures des

deux deltoïdes. Depuis ces derniers temps, les douleurs sont plus vives la nuit, et chaque fois qu'il porte la main à la bouche, il se produit une tension dans l'épaule droite ; au toucher, les muscles sont durs et raccourcis. Après la première séance, comme le malade me le rapporte lui-même joyeusement, cinq jours après, les douleurs ont disparu à un tel point qu'il a pu travailler sans efforts. Il n'existe plus qu'une faible tension dans les muscles de l'épaule droite, tension que je fais disparaître instantanément. On produit les meilleurs effets du courant en les promenant circulairement autour des points douloureux.

De la contracture. — Il est difficile de donner une définition exacte de la contracture, car la contracture se distingue de la contraction en ce que, la plupart du temps, elle est douloureuse et qu'elle produit un raccourcissement permanent de la fibre musculaire, qui jamais n'est aussi considérable cependant que celui que détermine la contraction. C'est une sorte de raccourcissement passif de la fibre musculaire, tandis que la contraction en est le raccourcissement actif (1).

Nous croyons pouvoir expliquer de la manière suivante, les conditions physiologiques de la contracture. L'excitation permanente d'un nerf moteur, ou le manque de circulation dans un muscle, amène nécessairement un raccourcisse-

(1) Ce qui semble confirmer que la contracture est un raccourcissement passif, c'est que la rigidité cadavérique apparaît beaucoup plus tôt pour les membres contracturés des hémiplégiques. Cette rigidité est en même temps très-faible et de courte durée. Symonds et Sommer, et plus récemment M. Charcot, ont constaté ce fait plusieurs fois.

Tous ces phénomènes s'expliquent très-bien d'après la théorie chimique d'Hermann. En effet, d'après cette théorie la contracture, ou raccourcissement constant de la fibre musculaire, serait due au premier degré de coagulation d'une substance gélatineuse, la myosine. La rigidité cadavérique est le dernier degré de la coagulation de cette substance. On comprend, par conséquent, que la rigidité cadavérique arrive plus tôt pour des muscles dont la myosine a déjà, par suite de la contracture, subi un commencement de coagulation que sur des muscles sains où la myosine est encore combinée et à l'état liquide.

ment du muscle dans le premier cas, parce que l'excitation des nerfs produit une formation constante de *myosine*, substance demi-solide, qui amène la rigidité relative de la fibre musculaire ; et dans le second cas, parce que cette substance coagulable et demi-solide, qui doit être éliminée ou transformée constamment par les nouveaux produits qu'apporte le sang artériel, et par l'enlèvement des principes qui ont déjà servi, reste alors dans la fibre musculaire et en amène le raccourcissement permanent et passif.

Il est évident que les courants d'induction qui forcent la fibre musculaire à se contracter, ne feront qu'augmenter la formation de la *myosine*, et par conséquent augmenteront encore la contracture. C'est, en effet, ce qu'on observe souvent, et de nombreuses observations pathologiques le démontrent. Cependant il ne faut pas oublier que les courants d'induction, de quelque manière qu'on les applique, n'agissent pas seulement sur la fibre musculaire, mais encore sur les nerfs sensitifs et sur les vaisseaux sanguins ; on s'explique ainsi que dans quelques cas, assez rares d'ailleurs, on puisse faire cesser certaines contractures en employant les courants induits. Dans ce cas, il faut agir avec des courants modérés, et pratiquer surtout l'électrisation cutanée ; on obtient ainsi par action réflexe une circulation plus active, et par conséquent un moyen de diminuer la contracture.

Mais, le meilleur moyen de combattre les contractures est sans contredit l'emploi des courants continus. Ceux-ci, en effet, augmentent la circulation sans déterminer des contractions musculaires ; ils produisent donc l'effet utile, sans risquer de déterminer les effets nuisibles. De plus, non-seulement ils agissent sur la circulation, mais, dans les

cas où la contracture est due à l'excitation continue d'un nerf, ils amènent la diminution de l'excitabilité de ce nerf, et font ainsi, par le fait, cesser la contracture.

Remak, dans les expériences qu'il fit en 1865, à l'hôpital de la Charité, eut à traiter un cas de contracture du grand pectoral, qui avait fait croire à une paralysie du deltoïde. Le malade était entré depuis trois mois dans le service de Beau, pour un gonflement rhumatismal articulaire des trois grandes jointures du bras droit.

Après avoir été traité pendant trois semaines par les moyens ordinaires, il fut saisi subitement d'une paralysie complète du deltoïde qui ne céda ni par les vésicatoires, ni par les courants induits.

A l'application du pôle négatif sur le point d'émergence du nerf circonflexe et du pôle positif à la surface du deltoïde, la contractibilité reparaît un peu ; mais, comme l'avait prédit Remak, l'effet curatif est presque nul et ne produit qu'une augmentation de quelques degrés dans l'angle que peut faire le bras avec le corps.

Par contre, en agissant sur les troncs nerveux, en plaçant le pôle positif sur le point douloureux du plexus brachial et le pôle négatif sur l'omoplate du côté opposé, pour bien montrer qu'il ne s'agit pas d'un effet immédiat sur le muscle deltoïde, le malade lève complétement son bras. Ce mouvement était uniquement empêché par la contracture du grand pectoral, contracture que l'application des courants continus fit cesser immédiatement.

Nous avons eu l'occasion d'observer un fait identique, et dont la guérison a été peut-être encore plus prompte.

M. A...., âgé de trente-trois ans, cocher, est tombé sur le bras gauche et s'est démis le bras. La luxation fut réduite quatre heures

après, et il reprit bientôt son service. Mais les mouvements ne cessèrent pas d'être douloureux, et ils devinrent de plus en plus limités. Au bout de vingt jours, il ne pouvait plus soulever son bras, et dès qu'il l'éloignait du corps, il éprouvait des douleurs excessivement violentes. Quand je le vis, il avait le bras en écharpe, les mouvements de l'avant-bras étaient la plupart faciles, mais il ne pouvait écarter le coude du corps que de quelques centimètres. L'articulation scapulo-humérale était douloureuse à la pression, et présentait un creux très-prononcé dans la fosse sus-épineuse. Le muscle grand pectoral était très-dur et douloureux.

Nous plaçâmes les deux rhéophores (courant de quarante éléments), d'abord sur le grand pectoral, et *deux minutes après le malade levait son bras* et l'amenait presque de niveau avec l'épaule.

La douleur l'empêchait de le porter jusqu'à la tête, et nous plaçâmes alors le pôle positif sur le plexus brachial et le pôle négatif sur le deltoïde, et quelques instants après le malade levait parfaitement le bras sans douleur et sans difficulté. Il était complétement guéri dans une séance de moins de dix minutes.

Deux jours après, le malade revint; à la suite d'un service très-pénible avec un cheval très-rétif et qui demandait à être toujours fortement tenu en main, la contracture avait reparu, et les mouvements du bras étaient redevenus impossibles. Emploi des courants induits sans résultat. Une nouvelle application, au contraire, des courants continus d'après la même méthode, fit disparaître toute gêne et toute douleur dans les mouvements. Nous lui prescrivîmes en même temps de ne point se servir pendant deux ou trois jours de son bras et de le maintenir dans un bandage. A la suite de ce traitement, il fut guéri d'une manière définitive.

Nous avons également guéri presque aussi rapidement une contracture du biceps survenue à la suite d'une luxation du coude, datant de trois mois.

Le malade, ouvrier mécanicien, avait été auparavant traité sans résultat à l'hôpital Saint-Louis, par des bains de vapeur.

Dans l'observation suivante, nous avons cherché à voir quelle pouvait être l'influence de la direction des courants.

Mercier, trente-six ans, menuisier, est tombé, il y a quinze jours, sur

le bras droit. Il n'eut ni luxation ni fracture, mais à partir de ce moment, il ne peut plus lever le bras. Il essaie sucessivement sans succès des bains de vapeur et l'application répétée de ventouses.

Lorsqu'il vint nous trouver, nous constatons les traces d'une ecchymose sur la partie antérieure et supérieure du bras. Le malade peut amener le bras en avant et en arrière, en imprimant comme un mouvement de pendule, mais il ne peut éloigner le coude du corps que de quelques centimètres. L'articulation scapulo-humérale est douloureuse à la pression et lorsqu'on veut soulever le bras. Le pectoral est dur et tendu.

En plaçant le pôle positif sur le pectoral et le pôle négatif sur les vertèbres cervicales, au bout de trois minutes, avec un courant de trente éléments, le malade parvient à soulever mieux le bras, et il ressent en même temps moins de douleur. Cependant il ne peut l'amener dans une position horizontale avec l'épaule.

En plaçant alors le pôle positif sur le plexus brachial et le pôle négatif sur les vertèbres cervicales, on n'obtient aucun avantage, le malade même se plaint d'un peu plus de douleur et d'une gêne plus grande.

Enfin, en mettant le pôle positif sur les vertèbres cervicales et le pôle négatif sur le plexus brachial, les mouvements deviennent plus libres et la douleur disparaît, au moins pendant quelque temps. Guérison au bout de six séances.

Dans les observations que nous venons de citer, l'emploi des courants induits n'a jamais donné de bons résultats, au moins de résultats comparables à ceux fournis par les courants continus. Nous les avons employés avec ménagement, directement sur les muscles ne fonctionnant plus, et comme électrisation cutanée dans la région des muscles contracturés. Cependant, dans l'observation suivante, où la contracture a reparu souvent après un travail manuel, nous avons eu l'occasion de constater que les courants induits donnaient également un résultat avantageux.

Mme V...., âgée de cinquante-sept ans, ressent depuis trois ans des douleurs dans l'articulation du coude droit, elle éprouve des difficultés à fléchir complétement l'avant-bras sur le bras. Depuis cinq à six mois, elle ressent éga-

lement des douleurs dans l'épaule, et ne peut plus lever le bras complétement ; la gêne des mouvements augmente peu à peu, et quand nous la voyons elle ne peut plus porter la main à la tête.

Elle n'éprouve de douleurs dans l'épaule que lorsqu'elle veut faire un mouvement étendu, ou lorsqu'elle veut porter un objet pesant.

Le pectoral est plus dur, sans être cependant fortement contracturé. Craquements dans l'articulation scapulo-humérale lorsqu'on imprime des mouvements au bras.

Après chaque séance, qu'on employât les courants induits ou les courants continus, les mouvements devenaient plus faciles et la main pouvait être portée sur la tête. La direction des courants continus n'avait également aucune influence.

M. Duchenne a beaucoup insisté, pour le traitement des contractures, sur la faradisation des muscles antagonistes. Si dans quelques cas ce procédé est avantageux, il est bien impraticable dans un grand nombre d'autres. Peut-on admettre d'ailleurs d'une manière bien exacte que le deltoïde et le grand pectoral soient des antagonistes ? de plus, n'est-ce pas un procédé un peu trop mécanique d'électriser les antagonistes ? Il est de beaucoup préférable, dans tous ces cas, d'agir *loco dolenti* ; car la guérison est plus facile, plus prompte, et les applications électriques moins douloureuses.

Il suffit d'ailleurs de se rappeler l'action catalytique des courants continus, sur la fibre musculaire, fatiguée ou irritée, pour comprendre l'influence de ce traitement dans presque toutes les contractures provenant, soit de la fatigue, soit du froid.

Aussi, dans tous ces cas, on obtient des guérisons rapides, et nous avons observé plusieurs fois, et récemment encore dans deux cas de lumbago aigu, une amélioration presque instantanée.

En deux séances nous avons guéri complétement, et la guérison s'est maintenue, un cas de lumbago qui avait résisté à d'autres médications (ventouses, sinapismes, etc.). Dans un torticolis, nous avons également obtenu une guérison très-rapide, et nous pouvons citer à l'appui de ces faits l'observation suivante empruntée à Rosenthal :

Une femme de trente ans fut prise subitement, probablement par refroidissement, d'une contracture du trapèze du côté droit. La tête était attirée à droite et en arrière, et le menton était tourné du côté gauche. La portion claviculaire du trapèze droit était dure et douloureuse, surtout au moindre mouvement qu'on voulait imprimer à la malade. L'application d'un courant constant permit presque aussitôt de faire mouvoir la tête en tous sens. Le lendemain matin, on fit une nouvelle application des courants continus, et la guérison fut définitive.

Les douleurs musculaires et les contractures qui surviennent à la suite d'un refroidissement sont dues probablement à un trouble vasculaire. Le raccourcissement de la fibre musculaire, comme nous l'avons vu, survient dès que le sang arrive en moindre quantité, ou que son cours est arrêté. Pour faire cesser ces contractures, il suffit donc de ramener la circulation locale, soit directement, soit en agissant sur les filets nerveux qui, par action réflexe, influent sur la contraction des artérioles.

Dans certains cas de *contracture réflexe ascendante par traumatisme articulaire*, M. Duchenne a employé les courants continus et les courants induits. Ces derniers, d'après M. Duchenne, ont donné des résultats bien plus avan-

tageux par la méthode de la faradisation des antagonistes. Il cite un cas de contracture réflexe d'un grand nombre de muscles moteurs du membre supérieur droit, consécutive à une arthrite du poignet. Les courants continus, appliqués pendant trente séances, ne donnèrent qu'une amélioration légère, tandis que la guérison survient en quelques séances par la faradisation énergique et à intermittences rapides des antagonistes des muscles contracturés. Les douleurs rachidiennes au niveau de la région cervico-dorsale, qui existaient en même temps que la contracture, diminuèrent pendant quelques jours, mais revinrent plus vives et persistent depuis des années.

Voilà comment s'exprime M. Duchenne .

Alors le traitement galvanique, par courants continus et *réflexes*, a été commencé. Je me suis servi d'une pile composée de 80 éléments au sulfate de plomb, se graduant de manière à ne donner d'abord que la force de 10, 20, 30 éléments jusqu'au maximum de tolérance, qui était variable suivant les points où étaient placés les rhéophores. Tantôt le rhéophore négatif était placé sur le trajet du nerf médian, au niveau de la partie inférieure de l'avant-bras, et le rhéophore positif au niveau du pli du bras ou de la partie moyenne du bras, sur le trajet du même nerf; tantôt la main contracturée était plongée dans une cuvette d'eau mise en communication avec le pôle négatif, tandis que le pôle positif était placé, soit à l'origine des nerfs cervicaux et dorsaux, soit sur le plexus brachial, soit enfin sur le trajet des nerfs qui en émanent.

Après dix séances semblables, la malade a pu redresser un peu le poignet, pendant le passage du courant, mais ce pouvoir cessait avec l'opération. A dater de ce moment, la main s'entr'ouvrait progressivement et restait entr'ouverte quelques minutes d'abord, puis, après de nouvelles séances, quelques heures après l'opération. Alors la malade put ouvrir et fermer un peu sa main à volonté, jusqu'à l'époque de la menstruation qui était arrivée deux jours plus tard et qui avait fait reparaître la contracture des muscles fléchisseurs des doigts aussi complète qu'avant la galvanisation.

Après un repos de six jours, l'application du courant continu fut

reprise comme auparavant, et, au bout de trois séances, la contracture du fléchisseur des doigts et du pouce avait disparu. Mais les spasmes persistèrent dans les autres muscles et augmentèrent dans le biceps et même dans les muscles radiaux, au point que, bien que mademoiselle X.... pût ouvrir et fermer sa main assez librement, celle-ci restait dans la supination et dans l'extension forcée, ce qui en abolissait l'usage.

Le courant continu, employé encore pendant une douzaine de jours, avec un courant ascendant, ne produisait plus d'amélioration dans l'état des contractures.

Ce n'est pas par amour de la critique, mais bien parce que cette discussion nous paraît instructive pour les médecins qui emploient les courants électriques, que nous nous permettons de faire quelques reproches à la méthode employée par M. Duchenne.

Comme le dit M. Duchenne, les contractures étaient réflexes ; elles étaient survenues à la suite d'une chute sur le dos de la main, et, fait important, il y avait au niveau de la région cervico-dorsale des douleurs très-vives, produisant de la fièvre et de l'insomnie. Il existait donc un état général d'excitation et des phénomènes très-marqués d'irritation spinale.

C'était le cas ou jamais d'employer un courant faible, très-constant, calmant les actions réflexes, et avec toutes les précautions que nous avons indiquées dans le chapitre consacré à l'irritation spinale. Au lieu de cela, M. Duchenne se sert de courants continus et *réflexes*. Il cherche à augmenter la force du courant jusqu'au *maximum de tolérance*. Enfin, les rhéophores sont changés de place très-souvent, et presque toujours placés sur le bras ou l'avant-bras.

Cependant, après dix séances, il y a une légère amélioration, quoique parmi les modes d'application un seul n'avait aucun inconvénient, c'est celui où pôle positif

est placé à l'origine des nerfs cervicaux et le pôle négatif dans une cuvette d'eau où la main est plongée.

De plus, sur les trente séances, les douze dernières ont été faites avec un courant ascendant, et nous ne sommes nullement étonnés qu'elles n'amenèrent aucune amélioration. Elles auraient pu plutôt produire une aggravation.

Certes les courants induits ont amené la cessation des contractures, mais ce n'est qu'un demi-résultat, car, si de 1866 jusqu'en 1869 les contractures n'ont plus reparu, « les douleurs rachidiennes sont revenues, plus vives que jamais, avec exacerbation pendant la nuit; elles persistaient encore en 1869, malgré toutes les médications employées » (1).

Voilà, d'après nous, comment le traitement par les courants continus aurait dû être employé.

Dans les premières séances, placer les deux rhéophores sur la colonne vertébrale, le pôle positif un peu au-dessus de la région douloureuse, et le pôle négatif au moins 10 centimètres au-dessous de cette région. Courant modéré et ne devant provoquer qu'une sensation très-supportable. Pas de déplacement des rhéophores. Durée, de cinq à huit minutes à la première séance, et augmentant progressivement.

N'agir sur le membre que lorsque les douleurs rachidiennes auraient grandement diminué, et alors maintenir toujours le pôle positif sur la région cervicale et placer le pôle négatif sur le trajet des nerfs périphériques, mais sans faire d'interruption, c'est-à-dire sans déplacer aucun des rhéophores. Ce n'est que lorsque la contracture a cédé que, pour rendre aux muscles plus de force et plus de facilité

(1) Duchenne, *Examen critique des principales méthodes d'électrisation*. 1870, p. 92 et suiv.

dans les mouvements, il est avantageux de faire quelques interruptions ou de promener les rhéophores sur les troncs nerveux ou sur les muscles (1).

Si, au bout d'un certain nombre de séances, et d'application méthodique d'un courant constant sur la colonne vertébrale, les douleurs rachidiennes n'ont pas diminué, il est probable que les courants continus ne donneront aucun résultat bien satisfaisant. Si, au contraire, on obtient après quelques séances une amélioration assez marquée, on peut presque affirmer que la guérison sera prochaine, et alors on peut espérer non-seulement la cessation des contractures, mais encore la disparition des douleurs rachidiennes, ce qui est tout aussi désirable.

En résumé, nous croyons que dans toutes les contractures, il est utile d'employer, selon les cas ou selon la période de l'affection, soit les courants continus, soit les courants induits, ou même les uns et les autres.

Seulement les courants continus doivent être employés lorsqu'on doit agir sur les centres nerveux, ou lorsqu'on veut agir sur les muscles contracturés mêmes, tandis que les

(1) Au mois de novembre 1870, un mobile entra dans l'ambulance établie aux Tuileries; ses camarades prétendaient qu'il avait eu une attaque d'épilepsie. Le lendemain il eut une nouvelle attaque et il nous fut facile de constater que c'était une attaque d'hystérie. Nous n'insisterons pas sur les divers symptômes observés chez le malade; nous nous bornerons à signaler le fait suivant qui nous intéresse plus particulièrement. A la suite de ces attaques, qui duraient quelquefois une demi-heure, notre malade avait des contractures musculaires très-douloureuses, surtout dans les membres supérieurs; l'application d'un courant électrique continu de la moelle à la périphérie (appareil au protosulfure de mercure) abolissait très-rapidement et quelquefois même instantanément la contracture; après la cessation trop prompte des courants, les accidents reparaissaient quelquefois, mais alors le malade réclamait à grands cris l'application des courants continus qui le soulageait.

courants induits ne peuvent être dirigés que sur les muscles antagonistes et sont, dans ces conditions, un puissant auxiliaire aux méthodes orthopédiques.

Quant aux contractures qui surviennent à la suite de lésions matérielles du système nerveux central, nous avons déjà dit, dans le paragraphe consacré aux hémorrhagies cérébrales, que ces contractures, lorsque la sclérose était très-étendue, étaient incurables, mais qu'on pouvait les améliorer et surtout faciliter et augmenter les mouvements volontaires qui existent encore, en même temps qu'on calmait les douleurs des muscles complétement inactifs.

Atrophies musculaires. — Dans l'atrophie musculaire simple qui résulte d'un défaut d'exercice, ou d'un commencement d'altération de nutrition dû au voisinage de régions enflammées, les courants induits, en les employant d'après les méthodes préconisées par M. Duchenne, donnent les meilleurs résultats. Ils sont préférables dans ces cas aux courants continus, car, comme la structure intime de la fibre musculaire n'est point altérée et que l'atrophie n'est que le résultat du repos forcé, les contractions produites par les courants induits ramènent promptement le muscle à son état normal.

Il faut, dans ces cas, électriser chaque muscle séparément et en même temps ne pas faire de séances trop longues.

Dans les atrophies musculaires dont la cause première est une affection du système nerveux, soit central, soit périphérique, les courants continus sont au contraire plus avantageux. Les courants induits, ici encore, peuvent cependant être très-utiles et être employés en même temps que les courants continus.

Lorsque les nerfs ont subi une altération de cause rhumatismale ou de cause traumatique, on ne peut espérer de résultats bien positifs et bien rapides que lorsque les filets nerveux se sont régénérés, au moins en partie.

M. Duchenne a avancé, à ce sujet, une proposition qui est tout à fait erronée. « L'influx nerveux central, dit-il (1), sait, au besoin, se passer de ses conducteurs naturels, et à la longue il se fraye une nouvelle voie pour arriver aux organes. En conséquence, la cicatrisation et la régénération d'un nerf ne seraient pas démontrées, que l'on comprendrait encore très-bien qu'un muscle privé de son nerf ne fût pas nécessairement condamné à mourir, comme on l'a cru trop longtemps. »

Plus loin M. Duchenne admet « une espèce de circulation collatérale du fluide nerveux ».

Nous n'avons pas besoin d'insister sur ce point, car nous doutons que M. Duchenne ait pu convaincre beaucoup de médecins de cette proposition : que l'influx nerveux sait se passer de ses conducteurs naturels !

Il est évident que lorsque la régénération en tout ou en partie des nerfs musculaires n'est point faite, il est impossible d'espérer une guérison.

Lorsque le rétablissement des filets nerveux s'effectue, il est utile d'employer les courants continus sur le trajet du nerf et sur le nerf et les muscles. En même temps on électrise très-modérément les muscles avec des courants continus.

Dans la période qui précède la réparation nerveuse, il est utile, pour empêcher l'atrophie, d'électriser les muscles

(1) *De l'électrisation localisée*. Deuxième édition, p. 230.

paralysés. On agit sur les muscles avec les courants induits ou les courants continus.

Comme dans beaucoup de cas, ainsi que nous le verrons plus loin, les muscles dans ces conditions perdent leur contractilité pour les courants induits, tandis qu'ils les conservent pour les courants continus, il est préférable d'employer ces derniers, en faisant des interruptions plus ou moins fréquentes. Cette pratique ressort avec évidence des faits que nous allons analyser dans le paragraphe suivant.

Lorsque l'atrophie musculaire, au lieu d'être simple, est accompagnée d'altérations de nutrition ayant modifié la structure normale, il est plus avantageux d'employer presque exclusivement les courants continus. Ces derniers agissent en effet plus activement sur la nutrition.

Nous avons déjà assez souvent, dans le cours de cet ouvrage, insisté sur l'emploi et l'influence des courants continus lorsqu'on veut agir sur la nutrition des tissus, pour qu'il soit inutile d'entrer dans plus de détails. D'ailleurs la plupart de ces altérations musculaires se lient à des affections plus générales (atrophie musculaire progressive, paralysie spinale des enfants, etc.), et nous avons déjà indiqué, dans les paragraphes consacrés à ces affections, le mode de traitement et la manière d'employer les courants électriques.

DES DIFFÉRENCES D'ACTION DES COURANTS INDUITS ET DES COURANTS CONTINUS DANS CERTAINS CAS PATHOLOGIQUES DES MUSCLES STRIÉS.

De cette différence d'action dans les paralysies du nerf facial. — Sur les muscles striés sains, les courants induits et les courants de la pile interrompus agissent à peu près de la même façon, c'est-à-dire qu'à chaque interruption l'on

détermine une contraction. Il n'en est plus de même dans certains états pathologiques, et mieux que toutes les théories et que toutes les autres expériences, ces faits nous montreront l'influence que les courants électriques exercent sur les muscles dans les états pathologiques, et en même temps la différence qui existe, même au point de vue de leur influence sur la contractilité, entre les courants induits et les courants continus.

Dans des muscles paralysés (paralysies des muscles de la face, paralysies traumatiques) l'excitabilité électro-musculaire au moyen des courants d'induction est, dans certains cas, complétement anéantie, tandis que cette excitabilité est conservée ou même augmentée par les courants continus (1).

M. Duchenne avait déjà observé que, dans les paralysies traumatiques, les muscles qui se contractaient légèrement par l'influence de la volonté ne se contractaient pas sous l'influence des courants induits, et Remak avait vu que dans certains cas les courants de la pile donnaient des contractions plus énergiques que les courants d'induction.

Nous avons trouvé dans l'*Histoire du galvanisme*, par Sue, l'observation suivante, que nous reproduisons tout entière parce que ces faits ont été observés pour la première fois par Hallé, professeur à la Faculté de médecine de Paris, vers la fin du siècle dernier.

(1) Dans ce paragraphe, l'emploi des mots : *courants constants et continus,* paraît être paradoxal, car on n'étudie que l'influence de l'interruption de ces courants sur les muscles. C'est pour cela que nous employons souvent l'expression de *courants de la pile,* qui ne préjuge rien, ni pour la constance ni pour la continuité. Dans tous les cas, il est important d'insister sur ce fait, que les courants induits (dits interrompus) et les courants de la pile (dits continus) diffèrent l'un de l'autre, même lorsque ces derniers sont également interrompus.

Le 6 floréal an IX, le citoyen Tontin, ciseleur, âgé de cinquante-trois ans, demeurant rue de la Roquette, numéro 76, étant sorti par un temps froid et venteux, rentra chez lui avec une paralysie de presque tous les muscles de la joue gauche.

La paupière supérieure ne pouvait s'abaisser que jusqu'au niveau de la pupille ; l'inférieure, retirée en bas, et renversée vers son tiers interne, laissait voir la conjonctive qui la tapisse intérieurement ; les larmes n'étant plus retenues par les paupières écartées l'une de l'autre, et n'étant plus dirigées vers les points lacrymaux, tombaient continuellement sur la joue.

Les lèvres étaient obliquement dirigées, en s'élevant de gauche à droite ; déplacement qui augmentait lorsque le malade ouvrait la bouche pour parler ; alors la lèvre inférieure ne s'écartait point de la supérieure du côté gauche, pour donner passage aux sons : ajoutons que le tissu cellulaire des paupières et de la joue était infiltré.

Cette maladie ayant été négligée pendant plusieurs jours, la conjonctive se phlogosa : l'œil devint douloureux ; l'*épiphora* augmenta, la vue devint trouble : effet qu'on ne doit attribuer qu'à l'abondance des larmes ; les cils se collèrent pendant la nuit, quoique les paupières ne se touchassent point.

Le 12 floréal, douzième jour de la maladie, le citoyen Soliet fut appelé et fit usage de différents remèdes qui ne firent que dissiper l'infiltration, sans changer l'état paralytique. Il conseilla l'emploi de l'électricité, et adressa le malade au citoyen Hallé, qui jugea utile, comme lui, l'application de ce moyen, et tout de suite en commença l'usage *par de simples étincelles ; les muscles ne se contractaient point*, et la partie exposée aux étincelles devenait seulement un peu rouge ; ce qui fit qu'on substitua aux étincelles la commotion dont on fixait l'intensité au moyen de l'électromètre de Lane, adapté à la bouteille de Leyde.

La distance qu'on observait était d'une à deux lignes. *De légères contractions se firent d'abord apercevoir, mais le relâchement succéda presque aussitôt*, et pendant tout le temps qu'on fit usage de l'électricité le malade n'obtint pas le moindre soulagement.

C'est alors que le citoyen Hallé se détermina à l'emploi du *galvanisme ;* la colonne de Volta, composée de cinquante étages (argent et zinc), fut substituée à la bouteille de Leyde. On forma la chaîne au moyen de deux excitateurs, dont un, communiquant à la partie supérieure de la pile par une chaîne de cuivre, était posé sur le nerf sous-orbitaire, et l'autre, en rapport avec la partie inférieure, était placé vers l'angle de la bouche :

aussitôt après cette application, *tous les muscles du côté malade entrèrent dans une contraction beaucoup plus forte que celles qui jusqu'alors avaient été le resultat de l'électricité :* on continua l'expérience pendant cinq minutes, en promenant les conducteurs sur différents points de la partie malade et surtout sur la partie antérieure de l'oreille.

Une des observations qu'on fit avec le plus de plaisir fut *que la contraction n'était point d'aussi peu de durée que celle qui suivait la décharge électrique.*

Dans le journal de la Société philomathique, messidor an IX, Hallé, rendant compte de ce malade, s'exprime ainsi :

Un homme dont tous les muscles de la face du côté gauche étaient paralysés par l'action du froid avait été électrisé plusieurs fois : il n'éprouvait *aucune sensation ni contraction*, lorsque la partie affectée recevait l'étincelle : à peine même apercevait-on une faible contraction dans le muscle jugo-labial (grand zygomatique) lorsqu'on appliquait l'électricité par commotion. On soumit cet homme à l'action galvanique d'une pile de cinquante étages, en faisant communiquer, avec différents points de la joue malade, les deux extrémités de la pile. Au moment du contact *tous les muscles de la face entrèrent en contraction.*

Nous avons rapporté cette observation tout au long parce qu'elle montre d'abord que c'est Hallé qui, le premier, a vu que dans les cas de paralysie rhumatismale du nerf facial, les courants de la pile agissaient plus efficacement que les autres modes d'électrisation. En second lieu, nous savons par cette observation que l'électricité statique agit dans ces cas comme les courants induits, et qu'elle n'a que fort peu d'influence sur la contractilité musculaire, quand les nerfs périphériques sont lésés.

La première observation bien précise sur ce sujet a été faite par Baierlacher-Schulz. Sur plusieurs cas de paralysies faciales il arriva aux résultats suivants :

Un courant très-faible de huit éléments Daniell produit des contractions à la fermeture et à l'ouverture de tous les muscles du côté du nerf facial paralysé. Ce même courant appliqué sur les muscles du côté sain ne donne lieu a aucune contraction. Pour obtenir de ce côté la même contraction musculaire, il faut employer un courant trois fois plus fort. Le traitement change cet état de choses, car l'exagération de l'excitabilité des muscles paralysés diminue de séance en séance, et pour obtenir les mêmes contractions, il faut chaque fois augmenter le nombre des éléments.— Cette diminution de l'excitabilité pour les courants continus est un signe d'amélioration, et la guérison arrive d'autant plus vite que cette diminution de l'excitabilité a eu lieu plus rapidement. En même temps, les contractions, sous l'influence des courants induits, apparaissent peu à peu et finissent par être aussi prononcées que du côté sain ; à ce moment la guérison est obtenue.

Ziemssen, quelques années après, eut l'occasion d'observer les cas suivants :

Paralysie faciale rhumatismale (1). — Marcus Windisch, âgé de dix-huit ans, garçon menuisier, fut atteint le 3 novembre 1863, à la suite d'un refroidissement, d'une paralysie rhumatismale du nerf facial gauche. Trois semaines après, il se présenta à la clinique du docteur Ziemssen, qui constata une paralysie complète de tous les rameaux du nerf facial ; la luette est légèrement deviée.

La sensibilité paraît être exagérée du côté gauche, car les courants continus, de même que les courants d'induction, déterminent plus de douleur à gauche qu'à droite.

Le courant induit, localisé sur tous les muscles et sur tous les rameaux du nerf facial de la moitié paralysée du visage, ne donne pas la moindre contraction, même avec des courants très-forts.

(1) Ziemssen, *Die Electricität in der Medicin*. Berlin, 1866, p. 77 et suiv.

Le courant de la pile, localisé sur les muscles ou appliqué sur les rameaux nerveux, donne à chaque interruption des contractions très-fortes; celles de fermeture sont plus prononcées que celles d'ouverture.

Pendant les douze premières séances, on constate que les contractions des muscles du côté sain ne sont jamais aussi fortes que celles du côté paralysé. Un courant de six à huit éléments de l'appareil de Sthorer ne détermine aucune contraction du côté sain, tandis que ce courant produit la contraction des muscles paralysés. En augmentant l'intensité du courant, on finit par obtenir de faibles contractions du côté sain, mais ce même courant détermine des contractions très-fortes du côté paralysé.

L'application du courant de la pile ne change en rien l'état d'excitabilité des muscles paralysés par les courants induits, et ceux-ci ne parviennent jamais à les faire contracter. De plus, on n'obtient aucune contraction en employant des courants induits à interruptions très-lentes.

Aussi longtemps que les muscles du côté paralysé ne se contractent pas sous l'influence du courant induit ou de la volonté, l'excitabilité pour les courants de la pile est augmentée. Mais peu à peu, la paupière supérieure et le muscle zygomatique paraissent obéir légèrement à l'action de la volonté, et en même temps on détermine une légère contraction en électrisant ces muscles avec des courants d'induction.

Au bout de dix semaines, la déviation du visage est moins prononcée, et en même temps l'excitabilité des muscles sous l'influence des courants de la pile est beaucoup diminuée.

Au bout de quatorze à seize semaines, on ne remarque plus aucune déviation du visage pendant l'état de repos, ce n'est que dans le jeu de la physionomie qu'on distingue encore des différences de contraction entre le côté sain et le côté paralysé. Le courant de la pile employé primitivement ne donne plus de contractions. Au lieu de six éléments, il faut en employer vingt-quatre pour obtenir des contractions. Enfin, la guérison devient complète, et à ce moment ni les courants de la pile, ni les courants induits ne peuvent déterminer de contractions. Mais quelques mois plus tard, les courants d'induction provoquent des contractions dans tous les muscles du côté du visage qui avaient auparavant été paralysés. Les courants de la pile assez intenses ne produisent que de très-faibles contractions, c'est-à-dire le contraire de ce qui avait lieu au moment de la paralysie.

Paralysie faciale traumatique (1). — M[lle] Barbé Seifert, âgée de dix-neuf ans, fut opérée par le professeur Thiersch d'une tumeur qui

(1) *Loc. cit.*, p. 81.

se trouvait au-dessous de l'oreille gauche. Le nerf facial fut coupé par cette extirpation, et il en résulta une paralysie complète de tous les muscles du côté gauche de la face. Au bout de vingt jours, la plaie fut complétement guérie, et la sensibilité maintenue normale.

Les courants d'induction ne donnent aucun indice de contractions pour tous les muscles du côté paralysé, que les interruptions soient fortes ou faibles, rapides ou lentes. Le courant de dix éléments de l'appareil de Sthorer donne lieu à des contractions de tous ces muscles ; les contractions sont plus fortes en plaçant le pôle négatif sur ces muscles et le pôle positif à la nuque que lorsqu'on emploie la disposition inverse. Les contractions des muscles paralysés sont cependant moins fortes et plus lentes que celles que l'on obtient pour les muscles sains.

Au bout de trois semaines, l'excitation des rameaux du nerf facial ne détermine plus de contractions, ni sous l'influence des courants induits, ni sous l'influence des courants de la pile. Mais l'électrisation directe des muscles donne lieu à des contractions très-prononcées avec les courants de la pile, mais non avec des courants induits.

Dans d'autres cas de paralysie faciale, M. Meyer, de Berlin (1), a vu que lorsque la contraction musculaire est encore produite par des courants induits, les courants continus déterminent des contractions plus faibles que dans les cas où les courants induits ne peuvent amener aucune contraction. Ces cas, en général, guérissent plus promptement.

Nous avons eu l'occasion d'observer trois cas de paralysie faciale, deux d'origine rhumatismale, et l'autre traumatique, où cette différence d'action des courants induits et des courants de la pile était très-remarquable.

Paralysie faciale rhumatismale. — M. G...., marchand, avait pendant une nuit laissé ouverte une des fenêtres de sa chambre à coucher (juin 1867). Le lendemain matin, il se réveille avec toute la moitié droite de la figure complétement paralysée. La bouche est déviée fortement du côté gauche, tout mouvement dans les muscles de la joue droite est impossible ; il ne peut ni souffler, ni siffler ; quand il mange, il est obligé

(1) *Die Electricität in ihrer Anwendung auf praktische Medicin.* Berlin, 1868.

à chaque instant de ramener les aliments vers la joue gauche en se servant de ses doigts. Il ne peut fermer les paupières.

La sensibilité est très-bien conservée. Électrisés avec un courant de la pile très-faible (dix éléments Remak), tous les muscles de la face du côté paralysé se contractent parfaitement. Les courants d'induction au contraire ne déterminent aucune contraction.

A mesure que la guérison, qui a été complète au bout de vingt séances, arrive, il faut employer, pour obtenir des contractions des muscles de la face, un courant plus fort (douze, quinze, puis vingt éléments). Pendant tout ce temps, les courants d'induction, aussi forts que peut les supporter le malade, n'amènent aucune contraction.

Nous avons eu l'occasion de revoir ce malade plus d'un an après sa guérison, et tandis que dans les premières semaines de sa paralysie faciale un courant de dix éléments Remak provoquait des contractions, nous n'obtenons aujourd'hui que de très-faibles contractions avec 25 éléments.

Paralysie faciale traumatique. — Mademoiselle H... avait été opérée, il y a cinq ans, d'une tumeur siégeant le long de la branche du maxillaire inférieur, au-dessous de l'oreille droite. Avant l'opération, les traits de la figure étaient parfaitement réguliers ; aussitôt après l'opération, elle eut une paralysie complète du côté où se trouvait la tumeur (côté droit). Nous ne l'avons pas vue à cette époque, mais la malade prétend que la déviation de la bouche était plus prononcée qu'actuellement, et qu'il lui était plus difficile de parler et de manger. Nous la vîmes trois ans après l'opération, c'est-à-dire après la paralysie traumatique du nerf facial droit, et nous pûmes constater tous les phénomènes qui accompagnent la paralysie faciale. Elle avait plusieurs mois auparavant suivi un traitement par les courants d'induction. Les courants continus n'eurent pas plus de succès ; seulement, pendant quelques heures après l'électrisation, les muscles du côté paralysé se maintenaient plus raccourcis, et par conséquent la figure semblait prendre son apparence normale. Cet effet n'était que passager, et était surtout très-net immédiatement après l'électrisation.

Les courants d'induction, comme nous nous en sommes assurés, il y a deux ans et tout récemment encore, ne peuvent déterminer de contractions appréciables sur les muscles du côté paralysé. Les courants

continus, au contraire, produisent toujours, et même avec une faible intensité, des contractions très-marquées. Ces mêmes courants, et avec la même intensité, ne provoquent aucune contraction sur les mêmes muscles du côté sain. Donc, plus de quatre ans après le début de la paralysie, on observe encore cette différence d'action des courants électriques, et, sous ce rapport, ce cas nous paraît avoir une assez grande importance (1).

Disons tout de suite, que ces différences d'action n'existent pas seulement dans les cas de paralysie du nerf facial, elles s'observent également dans d'autres paralysies rhumatismales et traumatiques, comme le prouve l'observation suivante empruntée à M. Ziemssen (2) :

Une petite fille, en tombant d'une chaise, s'était fracturé l'avant-bras gauche vers le tiers inférieur du cubitus. L'accident avait eu lieu au mois de mars 1866, mais l'enfant n'entra à l'hôpital que le 17 mai. L'avant-bras est déformé et sa partie inférieure est proéminente ; la malade soutient son bras gauche avec la main droite et ne peut que très-difficilement faire des mouvements volontaires.

Pendant que la malade est soumise à l'influence du chloroforme, on électrise les muscles avec les courants d'induction et les courants continus. Les courants d'induction déterminent des contractions dans tous les muscles de l'avant-bras, excepté dans l'extenseur commun des doigts. Ce même muscle reste immobile en électrisant le nerf radial. Le courant continu, au contraire, produit la contraction de ce muscle, plus forte que pour le même muscle du côté droit.

Le 22 mai, on obtient encore les mêmes phénomènes.

Le 30 mai, la motilité des muscles du bras paralysé s'est améliorée. L'enfant saisit mieux les objets et les tient plus fermement et plus longtemps.

Après avoir humecté pendant quelque temps l'épiderme de l'avant-bras, afin de faciliter la conductibilité de l'épiderme, on observe qu'un courant de dix éléments détermine des contractions sur le muscle extenseur commun paralysé, et non sur le même muscle du côté sain.

(1) Voyez l'observation de paralysie faciale que nous mentionnons plus loin.

(2) *Loc. cit.*, pp. 92 et 93.

Avec douze éléments, la contraction à gauche (côté paralysé) est très-forte, tandis qu'elle manque encore à droite ; ce n'est qu'avec quatorze éléments qu'on obtient du côté sain une contraction très-légère.

Les courants induits, soit forts, soit faibles, à interruptions lentes ou interruptions rapides, ne produisent aucune contraction du côté paralysé, tandis qu'ils amènent des contractions tétaniques sur le même muscle du côté sain.

19 juin. La position de la main, aussi bien que l'extension des doigts, est sensiblement améliorée. L'excitabilité, sous l'influence des courants de la pile, est beaucoup diminuée, c'est-à-dire qu'un courant de seize éléments ne détermine aucune contraction, tandis que le 30 mai, celui de dix éléments déterminait déjà des contractions. Les courants induits produisent alors de légères contractions dans le muscle paralysé.

Des phénomènes du même genre ont été observés par M. Ziemssen dans un cas de paralysie du cubital.

Persistance de l'abolition de la contractilité électro-musculaire. — M. Duchenne avait signalé depuis longtemps que, dans des cas de paralysie traumatique, les muscles, au bout d'un certain temps (lorsque les nerfs sont régénérés), obéissent de nouveau à la volonté, mais ne se contractent pas sous l'influence des courants électriques. Ce fait avait soulevé beaucoup d'objections. mais, malgré la difficulté de l'expliquer, il est incontestable. La seule objection possible aujourd'hui est celle tirée des différences d'action des courants induits et des courants continus, et M. Duchenne, dans les cas qu'il a cités, n'a employé que les courants induits. On peut donc supposer que la contractilité électro-musculaire perdue pour les courants induits, existait pour les courants continus, car la différence de contractilité pour les courants induits et pour les courants continus persiste quelquefois après la guérison, comme le prouve l'observation suivante mentionnée par Eulenburg :

Une jeune fille de vingt ans était atteinte depuis huit semaines d'une

paralysie complète du côté droit de la face, dont l'origine n'était pas bien connue. Les muscles de ce côté de la face avaient complétement perdu leur contractilité électro-musculaire sous l'influence des courants induits. L'emploi de ces courants et des injections sous-cutanées de strychine ne parvinrent pas à modifier cet état.

Au bout de quarante et un jours de ce traitement, Eulenburg employa un courant de dix-huit éléments Daniell. Ces éléments étaient mal conditionnés et le courant très-faible ne donnait aucune contraction sur les muscles sains, mais il en détermina sur les muscles paralysés du côté droit de la face.

Au bout de sept séances avec les courants continus, la paralysie fut très-sensiblement améliorée, mais la différence d'action entre les deux sortes de courants resta la même.

Après dix-neuf séances, toute difformité avait disparu et les muscles obéissaient de nouveau à l'influence de la volonté. Malgré cette entière guérison, la contractilité électro-musculaire resta complétement éteinte, tandis qu'elle resta la même, c'est-à-dire, exagérée pour les courants continus, ce qui est contraire à ce que l'on observe d'ordinaire.

Dans quelques cas, on observe des faits encore plus curieux et tout à fait opposés aux lois physiologiques et pathologiques ; les muscles précédemment paralysés finissent par obéir à l'influence de la volonté, mais ne se contractent, ni par les courants induits, ni par les courants continus.

Eulenburg a observé un fait de ce genre, et Ziemssen, dans un cas de paralysie faciale, a vu, la dix-septième semaine après le début de la maladie, les muscles qui avaient été paralysés se contracter sous l'influence de la volonté, mais ne subir aucune réaction ni par les courants induits, ni par les courants continus.

Baierlacher a également vu dans un cas de paralysie traumatique à la suite d'une fracture de l'avant-bras, qui amena en même temps une atrophie des muscles de la main, les contractions réapparaître, dix mois après l'accident, sous l'influence de la volonté, mais ne pouvoir être

provoquées ni par les courants induits ni par les courants continus.

On ne peut comprendre comment un nerf, qui transmet l'influence de la volonté, ne peut être excitable par des courants électriques, ni comment des muscles, qui se contractent normalement, ne peuvent se contracter dans ces mêmes conditions. Erb cependant a cherché à donner une explication physiologique de ces faits.

En écrasant le nerf sciatique chez un lapin, il a trouvé des fibres régénérées dans la partie inférieure du nerf, vingt-deux jours après l'opération.

Pour les muscles, il a trouvé, huit jours après l'écrasement du nerf sciatique, de l'atrophie et un commencement de division des noyaux musculaires. Vingt-deux jours après, les muscles étaient altérés, les noyaux des faisceaux musculaires s'étaient multipliés et étaient rassemblés en amas. Beaucoup de fibres présentaient la dégénérescence dite séroïde. Il n'y avait pas trace de dégénérescence graisseuse des fibres musculaires, mais la striation transversale des faisceaux est moins nette et le contenu paraît troublé. En même temps, il y a une hypertrophie du tissu connectif interstitiel.

M. Erb affirme que le filament axile persiste dans les fibres dégénérées des nerfs, et que les excitations déterminent des contractions musculaires, dès que l'endroit de l'écrasement du nerf est traversé par des fibres régénérées, alors même qu'au-dessous de cet endroit et jusqu'à la périphérie, les fibres sont encore entièrement dégénérées. Les expériences lui auraient démontré que des fibres encore dégénérées ne pouvant plus être directement excitées, peuvent cependant transmettre des excitations produites sur

les parties supérieures et saines des mêmes nerfs, et il en conclut que dans les nerfs, la conduction des excitations a lieu par le cylindre d'axe. Il admet de plus que le cylindre d'axe est seul nécessaire pour la *conduction* des excitations tandis que pour être *excité directement,* le nerf doit être intact, c'est-à-dire que *c'est la gaîne médullaire des fibres nerveuses qui, à l'exclusion du cylindre d'axe, est susceptible d'être directement et lentement excitée par l'électricité* (1).

La théorie donnée par Erb pourrait s'appliquer aux cas pathologiques que nous avons cités, dans lesquels la volonté peut produire des contractions musculaires, tandis que les excitations directes avec les courants électriques ne peuvent en déterminer. Cependant, au point de vue physiologique, les propositions de Erb sont très-discutables, et par conséquent, on ne peut les introduire en pathologie qu'avec beaucoup de réserve.

Déductions principales des faits précédents.

Ces observations nous montrent, dans tous les cas, combien il existe de différences dans la contractilité des muscles, lorsque les nerfs périphériques se trouvent lésés en un point. Voici les déductions principales que donne Ziemssen :

I. — Il existe des cas de paralysies périphériques où les muscles ne se contractent ni sous l'influence de la volonté, ni sous l'influence des courants induits et des courants continus.

II. — Dans quelques cas, la motilité est en partie conservée, mais ni les muscles malades, ni leurs nerfs moteurs

(1) Voy. *Archives de physiologie* (novembre 1869). Analyse faite par M. Vulpian.

ne sont excitables, soit par les courants induits, soit par les courants de la pile (Eulenburg (1), Ziemssen).

III. — La motilité peut être complétement éteinte, tandis que l'excitabilité musculaire pour les deux sortes de courants est affaiblie et égale (Meyer).

IV. — Les muscles et les nerfs moteurs ont perdu toute excitabilité sous l'influence de la volonté et des courants induits, tandis qu'elle est augmentée pour les courants de la pile.

Dans ce cas, les observations donnent pour résultats les phénomènes suivants :

a. *Pendant l'absence de la motilité.*

1° La contractilité par le courant de la pile est augmentée ; un courant très-faible, qui ne détermine aucun indice de contraction pour les muscles homologues sains, produit d'énergiques contractions dans les muscles paralysés (Baierlacher, Schulz, Neumann, Eulenburg, Ziemssen).

2° L'excitabilité pour le courant de la pile augmente dans le cours du traitement, atteint rapidement un maximum pour diminuer ensuite (Ziemssen).

3° L'excitabilité pour le courant de la pile n'est pas toujours rehaussée en même temps, dans tous les rameaux du nerf paralysé. Dans les muscles et les rameaux de nerfs moins excitables, elle augmente et diminue plus tard que dans les muscles et dans les rameaux de nerfs plus excitables (Ziemssen).

4° La contraction produite par les courants de la pile est moins rapide pour les muscles paralysés que pour les muscles sains.

(1) *Zur Therapie der rheumatischen Facial-Paralysen* (*Deutches Archiv für klin. Medicin,* 1866).

5° La contraction ne naît souvent que par l'irritation du nerf moteur correspondant (Neumann, Ziemssen).

b. *Avec le retour de la motilité.*

6° L'excitabilité sous l'influence du courant de la pile se perd peu à peu avec le retour du mouvement volontaire, pendant que l'excitabilité par le courant d'induction revient peu à peu (Schulz, Ziemssen).

7° L'excitabilité par le courant de la pile se perd peu à peu avec le retour de la motilité, mais l'excitabilité par le courant d'induction reste éteinte malgré le rétablissement complet de la motilité.

L'excitabilité par les deux sortes de courants ne redevient normale que peu à peu et dans les mêmes proportions après plusieurs mois ou plusieurs années (Ziemssen).

8° L'excitabilité par les courants induits, tout en reparaissant, reste plus faible que pour les muscles homologues du côté sain.

9° L'excitabilité par les courants de la pile reste la même, et l'excitabilité par les courants induits ne revient plus jamais (Eulenburg, Ziemssen).

Des états pathologiques où l'on constate cette différence d'action des courants électriques.

Ces conclusions ne se rapportent pas seulement aux paralysies traumatiques et aux paralysies rhumatismales du nerf facial, elles sont également vraies dans d'autres cas. M. Ziemssen (1) a observé les mêmes phénomènes dans un cas de paralysie des muscles du voile du palais, à la suite d'une angine diphthéritique. Chez un malade atteint de cette

(1) *Loc. cit.*, p. 112.

affection, la parole devint nasillarde, et chaque fois qu'il voulait avaler des liquides, ceux-ci revenaient par les fosses nasales. Les mouvements, soit volontaires, soit réflexes, des muscles du voile du palais étaient complétement abolis.

L'application des courants induits ne détermine aucune contraction de ces muscles. Par contre, les courants de la pile de huit éléments Sthorer font contracter très-énergiquement les muscles glosso-staphylin et pharyngo-staphylin et le constricteur supérieur du pharynx. Après trois séances, les mouvements volontaires réapparaissent faiblement, et, après neuf séances, la guérison est presque complète. Les liquides peuvent être avalés et la voix n'est plus nasillarde. Après cinq autres séances, la guérison est complète et se maintient. La différence entre les deux sortes de courants se continue invariablement, c'est-à-dire que l'excitabilité par les courants de la pile ne diminue pas, et qu'elle reste nulle pour les courants induits. Le courant produit par un appareil magnéto-électrique, où le sens du courant reste le même, ne donne également aucune contraction sur les muscles du voile du palais, tandis qu'il peut faire contracter les muscles de la face. Un courant de huit éléments, qui ne peut déterminer la contraction des muscles de la face, fait contracter les muscles du voile du palais.

M. Bruckner (1) a observé dans des cas de dégénérescence des muscles que, tandis que le courant d'induction restait sans effet sur ces muscles, le courant de vingt éléments y déterminait des contractions à chaque fermeture, et, en même temps, que des interruptions lentes avec le

(1) Brückner, *Ueber das Ausbleiben der Zeitung gelähmter Nerven und Muskeln bei momentaner Untersuchung des constannten electrischen Strom*, 1865.

courant de la pile produisaient des contractions plus fortes que des interruptions rapides.

Nous avons pu constater cette même différence d'action des courants d'induction et des courants de la pile, dans un cas de dégénérescence graisseuse des muscles :

Mme C...., âgée de trente ans, a commencé, il y a cinq ans, par éprouver une difficulté dans l'extension du doigt annulaire de la main droite. Les autres doigts ont été successivement atteints. Il y a deux ans que la main gauche a également été prise, et, aujourd'hui, la malade se trouve dans l'état suivant : les muscles extenseurs ont gardé à peu près leur volume normal, mais ils n'ont plus aucune consistance et ne peuvent se contracter que très-légèrement sous l'influence de la volonté. Les deux mains sont à moitié fermées et aucun des doigts ne peut être soulevé. Les muscles fléchisseurs sont également un peu affaiblis, mais la malade peut fermer la main complétement.

Les courants induits appliqués sur les muscles fléchisseurs donnent des contractions assez fortes, mais moins énergiques pour la même intensité de courant que celles qu'on détermine sur des muscles parfaitement sains. Ces mêmes courants, sur les muscles extenseurs, ne produisent qu'une contraction très-faible ; tandis que les courants de la pile déterminent sur ces mêmes muscles, et relativement aux courants induits, des contractions bien plus fortes. En promenant un des pôles sur la peau qui recouvre les extenseurs, on maintient avec les courants constants la main dans l'extension.

Cette différence d'action entre les courants de la pile et les courants interrompus a été également observée par nous. dans un cas de paralysie saturnine, chez un ouvrier, entré à l'hôpital Beaujon, dans le service de M. Axenfeld. Ce malade avait déjà, une première fois, été atteint de paralysie saturnine des extenseurs, il y a douze ans, et avait été complétement guéri à cette époque; cette même affection était revenue depuis deux mois. Les deux bras étaient atteints, mais surtout le bras droit. Les courants induits,

même assez faibles, déterminaient des contractions dans tous les muscles de l'avant-bras, excepté dans les muscles extenseurs des doigts ; avec un fort courant induit, on obtenait cependant sur ces muscles une légère contraction. Quand la peau est bien mouillée et que le courant induit est assez fort, le courant traverse le bras et va agir sur les fléchisseurs; la main se plie sur le bras et les doigts se fléchissent. Nous avons essayé, dans ce cas, et sans obtenir de différence d'action, les courants des appareils électro-magnétiques et magnéto-électriques. Les courants de quinze éléments Marié-Davy ne déterminaient, au contraire, aucune contraction sur tous les muscles sains, et ne font contracter que le muscle extenseur commun des doigts, l'extenseur propre de l'index et les extenseurs du pouce, c'est-à-dire ceux-là seulement sur lesquels les courants induits n'ont aucune action. M. le professeur Axenfeld et M. Duchenne ont été témoins de ce fait.

Nous avons cherché si nous retrouverions cette différence d'action des courants de la pile et des courants induits, dans d'autres cas de paralysie saturnine, mais nous ne l'avons plus observé aussi nettement que dans le cas ci-dessus. Cependant, dans la plupart des autres cas de paralysie saturnine, il y a une différence d'action sur les muscles en faveur des courants continus, et cette différence tient surtout, d'après nos observations, à la durée de la maladie et au moment du traitement pendant lequel on examine la contractilité musculaire. Nous ne pouvons encore sur ce point donner des indications très-précises.

Ce qui ressort de tous ces faits, c'est qu'il y a une différence d'action très-grande entre les courants de la pile et les courants induits, et que cette différence ne tient nulle-

ment, comme le veut M. Duchenne, à une succession trop rapide d'intermittences.

Comme les courants de la pile ne donnent pas d'effets aussi énergiques et aussi douloureux que les courants induits, plusieurs médecins veulent à toute force ne voir dans les effets des courants de la pile que ceux produits par des courants induits très-faibles; ils répètent sans cesse qu'il n'y a là qu'une question de plus ou de moins d'intensité. Si nous avons tant insisté sur ces faits pathologiques, c'est parce qu'ils montrent d'une manière palpable et grossière, de manière que personne ne puisse s'y tromper, qu'il y a entre ces deux courants électriques des différences d'action tellement grandes, que l'un agit pour ainsi dire contrairement à l'autre.

L'importance de cette différence d'action est très-grande pour le diagnostic, car, comme on le comprend, il est impossible, pour connaître exactement l'état d'un muscle, de s'en tenir à l'exploration de la contractilité par les courants induits.

Erb (1), Hugo Ziemssen et Auguste Weiss (2), ont cherché à reproduire sur des animaux quelques-unes des diverses espèces de paralysies périphériques que l'on observe chez l'homme, soit en coupant, soit en écrasant les nerfs. Il y a entre ces auteurs quelques différences d'observation, mais elles n'ont lieu que pour des questions de détail, et ils se trouvent d'accord pour les faits principaux.

Après la section ou l'écrasement d'un nerf périphérique

(1) *Zur Pathologie und pathologischen Anatomie peripherischer Paralysen* (*Deutsches Arch. für klin. Med.* Bd. IV et Bd. V, 1868).

(2) *Die Verändernugen der elektrischen Erregbarkeit bei traumatischen Lähmungen* (*Deutsches Arch. für klin. Med.*, Bd. IV, 1868).

(les expériences ont été faites surtout sur le tibial antérieur), on observe très-rapidement la perte de l'excitabilité. Souvent déjà après vingt-quatre heures, et au plus tard après quarante-huit heures, le nerf n'est plus excitable par les courants électriques, qu'ils soient induits ou qu'ils proviennent de la pile.

La durée de la perte de l'excitabilité varie de trois semaines à sept mois. Une simple section du nerf demande quatre à huit semaines pour que l'excitabilité reparaisse, il faut au contraire six à sept mois quand on a enlevé une portion du nerf, longue de 3 à 4 millimètres.

Lorsqu'on ne fait qu'une contusion légère du nerf, la perte de l'excitabilité n'est que de peu de durée ; mais l'excitabilité, diminuée pour les deux espèces de courant, l'est surtout pour les courants induits.

Le retour de l'excitabilité du nerf lésé a toujours lieu, pour le bout central, plusieurs jours avant son apparition pour le bout périphérique.

Tandis que, pour le bout central, les courants induits et les courants continus déterminent la même force d'excitation, pour le bout périphérique l'excitation produite par les courants continus est supérieure à celle produite par les courants induits.

Le retour de l'excitabilité du nerf coïncide avec le retour de l'excitabilité musculaire par les courants induits, et avec la diminution de l'excitabilité musculaire par les courants continus.

Ces faits peuvent se résumer dans le tableau suivant :

COURANTS INDUITS.	COURANTS DE LA PILE. (*Courants dits constants et continus.*)
L'excitabilité musculaire diminue presque immédiatement après la section ou la compression d'un nerf périphérique.	Presque immédiatement après la section du nerf, l'excitabilité musculaire est augmentée.
Quelquefois cependant elle existe encore à l'état normal plusieurs jours après la lésion du nerf. Dans ce cas, la lésion a été faite très-loin du muscle.	Dans la moitié des cas, il y a une légère diminution de l'excitabilité le deuxième jour, qui ne dure que quelque temps.
Plus la lésion du nerf est éloignée du muscle, plus le muscle reste de temps sans perdre son excitabilité.	L'excitabilité tend à augmenter pendant plusieurs semaines, si bien que les courants les plus faibles déterminent des contractions sur ces muscles, et qu'ils n'en déterminent pas sur les muscles sains.
La perte de l'excitabilité varie entre quatre et vingt-huit semaines.	Pour les muscles sains, le pôle négatif détermine des contractions plus énergiques; c'est-à-dire, qu'en mettant directement sur le muscle le pôle positif, s'il faut pour obtenir une contraction cinq éléments, il n'en faut que quatre lorsqu'on met le pôle négatif directement sur le muscle.— Pour les muscles lésés le contraire a lieu, et il faut employer deux à six éléments de plus lorsqu'au lieu du pôle positif on place le pôle négatif sur le muscle.
Le retour de l'excitabilité se fait très-lentement et atteint difficilement l'état normal.	L'excitabilité des muscles diminue, lorsqu'elle revient sous l'influence des courants induits.
Elle ne réapparaît quelquefois qu'après des années.	Cette excitabilité reste cependant pendant longtemps supérieure à celle produite par les courants induits.

Si l'on représentait graphiquement la plus ou moins



FIG. 79.

grande excitabilité des muscles par les deux sortes de courants, on aurait à peu près la figure ci-jointe (fig. 79). La

ligne AB montre l'augmentation de l'excitabilité par les courants de la pile, la ligne AC la diminution de l'excitabilité sous l'influence des courants induits. Leur action est en sens inverse l'une de l'autre.

Recherches sur les causes de ces différences d'action des courants induits et des courants de la pile.

Le docteur Neumann est le premier qui ait cherché, à l'occasion de l'observation suivante, si les interruptions plus ou moins rapides étaient la cause de cette différence d'action si remarquable, entre les courants induits et les courants de la pile.

Un homme de soixante ans est atteint d'une paralysie faciale rhumatismale, qui dans les premiers jours est accompagnée de douleurs très-violentes. Pendant un mois et demi, les courants induits furent employés tous les jours pendant une demi-heure et sans aucun succès. Neumann employa alors les courants continus qui produisirent une amélioration très-grande. Avec le rétablissement de l'action de la volonté sur les muscles apparurent de nouveau, des légères contractions sous l'influence des courants induits, mais elles étaient toujours beaucoup plus faibles que du côté sain.

Les courants continus déterminent des contractions beaucoup plus prononcées du côté paralysé que du côté sain. Avec six éléments Remak on provoque des contractions des muscles paralysés, tandis qu'il faut dix à douze éléments pour faire contracter les muscles sains.

Neumann a cherché dans ce cas la cause physique de cette différence d'action des deux sortes de courants, et il prétend la trouver uniquement dans la différence de rapidité des courants continus et des courants induits. Éliminant la supposition que l'intensité du courant pouvait agir (car l'intensité d'un courant de six éléments ne peut être comparée à celle d'un courant induit énergique), il considéra

les trois influences suivantes : la courte durée des intervalles qui séparent les courants induits, leur direction alternativement en sens opposé, et la rapidité de leur passage.

Pour les deux premières influences, il est facile de les étudier, car, avec tout appareil médical, il est possible de faire des interruptions lentes ou rapides ; quant à la direction alternative des courants induits, il suffit d'employer l'extra-courant pour avoir un courant dirigé dans un même sens.

Les complications d'appareils qu'a employées Neumann, sont donc inutiles, et dans tous les cas il est arrivé aux résultats obtenus par tous les auteurs, c'est-à-dire à n'obtenir aucune contraction des muscles paralysés avec les courants induits à rares intervalles, ni avec ceux dirigés dans le même sens.

Pour juger de l'influence, de la rapidité du passage des courants induits dans les tissus, Neumann aurait dû employer, comme nous l'avons fait depuis, des courants fournis par l'appareil de Clarke. Il n'a fait qu'expérimenter si de nombreuses interruptions du courant de la pile influaient sur l'énergie des contractions. Il a ainsi observé qu'avec des courants de la pile interrompus très-rapidement, les contractions étaient beaucoup moins fortes, ce qui démontre ce que Bezold et Fick avaient déjà établi, qu'un courant faible, mais prolongé pendant un certain temps, agissait plus énergiquement qu'un courant fort très-rapide, et par conséquent qne l'intensité devient, dans ce cas, un élément accessoire, tandis que la durée est le facteur essentiel.

Après Neumann, Brückner a observé des faits du même genre dans les atrophies musculaires graisseuses. Tandis que les courants induits ne déterminaient aucune contrac-

tion dans les groupes musculaires malades, les courants de la pile, comme nous l'avons déjà dit plus haut, y provoquaient des contractions à chaque fermeture du courant. Brückner remarqua également que les contractions étaient plus fortes lorsqu'on interrompait le courant une ou deux fois par seconde, que lorsqu'on faisait cinq à six interruptions par seconde, et enfin qu'elles disparaissaient presque complétement avec des interruptions plus rapides.

Il semblerait, d'après ces observations, et c'est l'avis de tous les auteurs qui se sont occupés de ce sujet, que la rapidité des interruptions des courants induits est la seule cause de cette différence d'action des courants induits et des courants de la pile. Mais, comme nous le prouverons plus loin, si la rapidité des interruptions est une des causes de cette différence, et peut même la créer à elle seule, il est important de faire remarquer tout de suite, que des courants de la pile interrompus plus souvent que des courants induits déterminent des contractions, alors que ces derniers ne produisent aucune réaction.

Des courants induits ayant, par exemple, dix ou même seulement deux ou une interruption par seconde, ne détermineront aucune contraction, alors que des courants de la pile en produiront, malgré dix, vingt interruptions par seconde.

Il est vrai que ce n'est pas autant dans l'interruption que dans la rapidité du passage du courant dans les tissus que les courants induits diffèrent des courants de la pile. Si, avec ces derniers courants, on fait par seconde dix interruptions égales, les tissus auront été influencés pendant près de $\frac{1}{10}$ de seconde, tandis qu'avec les courants induits des appareils électro-magnétiques, lors même qu'il n'y aurait eu qu'une

interruption par seconde, le passage d'un courant n'aurait eu lieu que pendant un temps infiniment petit, car les courants induits se produisent et durent pendant un temps infiniment petit.

La question importante est donc d'employer des courants induits qui aient une durée plus longue, et c'est ce que l'on obtient plus facilement avec les courants produits par les appareils magnéto-électriques, car le courant dure pendant tout le temps où l'électro-aimant est voisin du fer doux, et comme on peut maintenir ce contact assez longtemps en tournant l'appareil très-lentement, les courants induits qui se forment peuvent avoir une durée assez grande, d'un tiers de seconde par exemple.

Ces courants ainsi produits peuvent donc être comparés, comme durée de temps, à celle des courants de la pile. Nous avons fait ces recherches dans le cas de paralysie faciale suivant :

M. Julien Foiret, ouvrier fileur, âgé de cinquante-quatre ans, n'ayant eu aucune maladie antérieure, s'est réveillé, le 2 janvier 1870, ayant toute la moitié droite de la figure paralysée. Un mois auparavant il avait eu un violent rhume de cerveau, qui avait duré trois semaines, et qui avait cessé vers le 25 décembre 1869. Vers cette dernière époque, en se mouchant très-fortement, il éprouva dans l'oreille droite la sensation d'un choc très-violent, comme d'un coup de pistolet, selon son expression. En même temps, il eut un étourdissement qui dura quelques secondes. Il n'éprouva à la suite de cet étourdissement aucun accident ni aucun phénomène paralytique. Deux jours après, il ressentit dans les gencives du côté droit une douleur assez vive, et vers la nuit il éprouva un tintement violent dans l'oreille droite, qui disparut pendant le sommeil. La nuit suivante, le même tintement reparut accompagné de douleurs, et il ne put se coucher du côté droit. Ces symptômes disparaissent de nouveau dans la journée, mais le lendemain matin en se réveillant, toute la moitié droite de la figure se trouve paralysée. Le malade ne soupçonne aucune cause de refroidissement.

Il se présenta chez nous le 10 janvier, c'est-à-dire huit jours après le début de la maladie, et nous pûmes constater tous les symptômes de la paralysie du nerf facial. La bouche est fortement déviée à gauche, il ne peut ni souffler, ni siffler, ni fermer les paupières. L'œil droit est toujours plein de larmes. Aucun mouvement n'a lieu du côté droit, ni pendant qu'il parle, ni quand il rit, ni dans aucune des expressions mimiques de la face; en un mot tous les muscles qu'innerve le nerf facial sont complétement paralysés. La luette n'est point déviée et les muscles du voile du palais fonctionnent régulièrement.

La sensibilité, surtout pour les courants électriques, paraît être un peu exagérée du côté paralysé.

Le sens de l'ouïe est diminué et le tic-tac d'une montre ne s'entend plus à 15 centimètres, tandis que de l'oreille gauche, ce bruit s'entend encore à 40 centimètres.

Cette diminution de l'ouïe, donnée par Landouzy comme un signe de paralysie faciale de cause cérébrale, et les autres phénomènes accusés par le malade, tels qu'étourdissement, tintements dans les oreilles, etc., nous firent un instant supposer que la cause de cette paralysie pouvait être centrale. L'examen de la contractilité électro-musculaire nous fit immédiatement rejeter ce diagnostic.

Les courants induits appliqués sur les muscles paralysés ne donnent pas lieu à la moindre contraction ; nous les faisons aussi forts que le malade peut les supporter, et, en les appliquant sur les différents muscles de la face, on n'aperçoit de contraction que dans le muscle masséter. Ce muscle, en effet, ne reçoit pas ses nerfs du facial, mais du maxillaire inférieur. Tous les autres muscles de ce côté de la face restent complétement immobiles, quoique le courant employé soit tellement fort, qu'appliqué du côté droit il détermine des contractions dans les muscles du côté opposé. Appliqués directement sur les muscles homologues sains, ces courants produisent des contractions très-énergiques.

Les courants continus (10 à 16 éléments Remak) déterminent des contractions de tous les muscles du côté paralysé, excepté du masséter. Ces courants, appliqués sur le trajet du nerf facial, ne donnent lieu qu'à des contractions très-faibles, mais placés sur les muscles ils produisent localement des contractions très-apparentes.

Les courants continus du côté sain amènent des contractions des muscles de la face, mais surtout lorsqu'on agit sur les filets nerveux. Pour déterminer localement la contraction d'un muscle sain, il faut employer un courant plus fort que pour un muscle paralysé. Pour les

muscles zygomatique, releveur de la paupière supérieure, canin, orbiculaire des lèvres du côté paralysé, il faut, pour produire une contraction, un courant de 8 à 12 éléments Remak; tandis que pour les mêmes muscles du côté sain, il faut 16 à 18 éléments.

La contraction par les courants continus des muscles paralysés n'a pas le même aspect que celle des muscles sains. Tandis que celle de ces derniers est brusque et rapide, l'autre est plus lente et plus longue.

Ce cas est des plus nets pour indiquer la différence d'action des courants induits et des courants continus.

Nous avons cherché à constater si tous les courants induits agiraient de la même façon. Nous avons d'abord employé les courants des appareils médicaux ordinaires. Avec aucun d'eux, nous n'avons obtenu de contractions des muscles paralysés.

Ni l'extra-courant, ni les courants de la seconde hélice, que ces courants soient fournis par des appareils volta-électriques, ou magnéto-électriques, n'ont déterminé de contractions.

Nous avons alors employé des courants induits, dont les propriétés se rapprochent le plus des courants de la pile.

Les courants de la pile donnent, en général, une grande quantité d'électricité et peu de tension, tandis que la plupart des courants induits ont une grande tension et fort peu de quantité. Les seuls courants induits qui donnent une quantité d'électricité un peu plus grande sont ceux de l'appareil Clarke et surtout ceux de l'appareil de Ladd.

Pour l'appareil de Clarke, il faut choisir le courant donné par le gros fil, car plus le fil est gros et court, plus la quantité d'électricité est grande. Néanmoins l'application de ce courant n'a déterminé aucune contraction des muscles paralysés, tandis qu'il en produisait de très-fortes sur les muscles homologues sains.

L'appareil de Ladd, inventé récemment, est remarquable par la quantité d'électricité qu'il donne ; cette quantité est égale à celle de dix éléments de Bunsen, elle rougit facilement un fil de platine, et les interruptions sont tellement rapides que la lumière produite conserve une intensité constante. M. Rhumkorff a eu l'obligeance de mettre cet appareil à notre disposition. Sur les muscles des membres, comme sur les muscles sains de la face, nous avons obtenu avec ces courants des contractions très-énergiques, mais sur les muscles paralysés, malgré un courant très-fort, il nous a été également impossible d'obtenir la plus légère contraction. Le malade était très-courageux et supportait très-bien des courants très-douloureux.

Donc, avec les différents appareils magnéto-électriques ou électro-magnétiques construits jusqu'aujourd'hui, il nous a été impossible, dans ce cas, d'obtenir des contractions des muscles paralysés (1).

Pour étudier l'influence de la rapidité des courants, nous avons déjà dit qu'il ne fallait pas se servir des courants induits des appareils électro-magnétiques, car leur production est toujours excessivement passagère. Avec les appareils magnéto-électriques, on peut arriver à produire des courants induits ayant une durée assez longue ; il suffit

(1) Il ne faudrait cependant pas conclure de ces faits qu'il y a plusieurs espèces d'électricité, mais seulement qu'il y a, selon les sources électriques, selon les propriétés (tension, quantité, rapidité de production), des effets physiologiques différents. On pourrait peut-être construire un appareil induit qui aurait les mêmes propriétés que la pile. Pour cela, il faudrait un appareil de Clarke avec un fil très-gros, un aimant très-fort et un mouvement de rotation assez lent. Cet appareil n'est encore que théorique, et n'a pas encore été construit ; mais alors même qu'on parviendrait à l'établir, il n'en resterait pas moins inférieur, sous bien des rapports, aux appareils à courant continu.

pour cela de tourner lentement le fer doux devant l'aimant, car le courant a lieu ainsi pendant tout le temps que le fer doux est voisin de l'aimant. On peut, par ce moyen, ne faire que trois ou quatre interruptions par seconde, et agir sur les muscles pendant un temps assez long. L'application de ces courants, avec des interruptions très-rares, ne détermine cependant aucune contraction des muscles paralysés ; tandis qu'avec les courants continus on obtient des contractions en faisant près de quarante interruptions par seconde.

Nous avons alors cherché, au moyen des modifications à apporter dans les appareils à courant continu, quelle influence exerçait d'un côté la quantité et de l'autre la durée de chaque courant.

On sait que la quantité varie avec la surface du métal attaqué ; on peut donc obtenir une quantité plus ou moins grande, en faisant plonger les métaux plus ou moins dans les liquides excitateurs.

Avec l'appareil à courant continu de Ruhmkorff, on peut à volonté faire plonger le zinc plus ou moins dans la solution de bisulfate de mercure, et c'est avec cet appareil que nous avons cherché à étudier l'influence de la quantité. En employant 28 éléments, et en ne laissant plonger qu'une très-petite partie deszincs, nous déterminions des contractions moins fortes sur les muscles paralysés que lorsque nous nous servions d'un courant de 14 éléments, les zincs étant complétement immergés. Le contraire a lieu pour les muscles sains.

La quantité d'électricité a donc sur les muscles dans cet état pathologique plus d'action que sur les muscles sains, et tandis que la tension est l'agent principal qui, sur les muscles sains, provoque les contractions, le contraire a lieu pour

les muscles paralysés à la suite de paralysie périphérique.

Pour étudier l'influence de la durée du courant, nous avons fait construire une roue dentée, dans le genre de celle de Masson.

La circonférence de cette roue est divisée en 290 parties égales, dont la moitié est recouverte d'une lame de cuivre, mettant les piles en communication. Il y a donc 145 interruptions à chaque tour de roue et nous pouvons produire 15 tours de roue et même plus par seconde, au moyen d'une poulie de renvoi.

Cette roue nous sert à interrompre un courant donné par des piles Remak, ou par des piles au protosulfate de mercure de notre appareil. Avec 14 éléments, lorsqu'on tourne lentement la roue, on détermine des contractions très-fortes dans les muscles paralysés. Si les interruptions sont plus fréquentes, les contractions deviennent moins prononcées. Nous n'avons pu déterminer le chiffre exact d'interruptions nécessaires pour que les contractions n'aient plus lieu. Avec 80 interruptions par seconde, dix-huit jours après le début de la maladie, on ne détermine plus de contractions, mais elles ont encore lieu avec 60 interruptions par seconde.

C'est donc entre 60 et 80 interruptions par seconde que, dix-huit jours après le début de la paralysie, les muscles cessent d'être excitables. Du côté sain, les mêmes courants, avec le même nombre d'interruptions, et même avec des interruptions excessivement rapides (plus de 500 à la seconde), maintiennent les muscles en contraction tétanique.

Tels sont les faits que nous avons constatés dix-huit jours après le début de la maladie. Mais ce qui constitue un des caractères les plus curieux de ces paralysies est la diversité

et la variation des phénomènes; on peut presque dire qu'ils changent d'un jour à l'autre.

Ainsi, comme nous l'avons indiqué, dix-sept jours après le début de l'affection, les muscles paralysés se contractaient avec un courant de 10 à 16 éléments Remak, et les contractions avaient encore lieu avec 60 interruptions par seconde.

Du vingt au vingt-cinquième jour il ne faut plus que 8 à 12 éléments, et lorsque les interruptions sont de plus de 40 par seconde, il n'y a plus de contraction.

Trente jours après le début de la maladie, nous constatons qu'au lieu de 8 à 12 éléments, qui étaient nécessaires pour produire une contraction des muscles paralysés, il n'en faut plus que 4 à 6.

De plus, la première fois que nous avions examiné le malade, les contractions étaient plus fortes en appliquant le pôle négatif directement sur le muscle, et le pôle positif sur la nuque ou le cou, tandis que maintenant c'est le contraire qui a lieu. En mettant le pôle positif sur les muscles, et le pôle négatif sur le cou, il ne faut qu'un courant fourni par 4 éléments, tandis qu'en mettant le pôle négatif sur les muscles, il faut un courant de 6 éléments.

Enfin, lorsqu'on dépasse 15 à 20 interruptions par seconde, les contractions n'ont plus lieu. Elles se font également plus lentement. Les courants induits ne produisent toujours aucune contraction.

Dix jours plus tard, c'est-à-dire quarante jours après le début de la maladie, ni la volonté, ni les courants induits ne provoquent la moindre contraction. Les courants de la pile, même très-faibles (4 à 6 éléments), déterminent toujours des contractions si l'on ne dépasse pas 6 interruptions

par seconde; elles n'ont plus lieu si les interruptions deviennent plus nombreuses.

Deux mois et six jours après le début de la maladie (le 7 mars), nous examinons de nouveau la contractilité des muscles. Le malade peut volontairement faire contracter le frontal, le sourcilier, l'orbiculaire des paupières; tous les autres muscles de ce côté de la face sont toujours complétement paralysés.

Les courants induits déterminent maintenant des contractions des muscles frontal, sourcilier, orbiculaire des paupières, ils n'ont sur les autres muscles aucun effet.

Un courant produit par 8 éléments Remak ne provoque aucune contraction dans les muscles frontal, sourcilier, orbiculaire des paupières, mais il fait contracter énergiquement les autres muscles, tels que les zygomatiques, le releveur des lèvres, etc. Un courant de 14 éléments fait contracter les muscles frontal, sourcilier, orbiculaire des paupières et les maintient en contraction tétanique avec des interruptions très-rapides (de 500 à 800 par seconde).

Les courants de la pile appliqués encore sur les muscles paralysés, avec des interruptions assez rapides (200 interruptions par seconde), déterminent non une contraction uniforme et tétanique, mais des contractions fibrillaires isolées et passagères. Il est difficile de définir exactement ces contractions, et nous ne les avons encore jamais observées avec ce type; nous ne pouvons les expliquer qu'en admettant que, parmi un faisceau musculaire, certaines fibrilles deviennent plus excitables que d'autres, mais qu'elles ne le sont pas encore suffisamment pour conserver longtemps une contraction tétanique avec des interruptions très-rapides (de 100 par seconde). Nous avons déjà dit qu'à cette époque,

sur ces mêmes muscles, les courants induits ne produisaient aucune contraction.

Le 20 mars, nous constatons les mêmes phénomènes; mais nous remarquons de plus que la contraction par les courants continus des muscles paralysés est plus rapide. Actuellement, et depuis quelque temps, c'est toujours le pôle négatif qui détermine les contractions les plus fortes.

Le 25 mars, les muscles pyramidal, dilateur et constricteur des narines se contractent volontairement, et le malade dit ressentir une grande amélioration. Les muscles zygomatiques élévateurs de la lèvre supérieure, triangulaire carré du menton, seuls restent paralysés. Sur ces derniers muscles, les courants induits ne déterminent toujours aucune contraction, mais ils provoquent celle des muscles des narines sur lesquelles la volonté a maintenant de l'action. Néanmoins, pour ces muscles, il faut employer des courants induits plus forts que pour les muscles homologues du côté sain.

Les courants continus déterminent toujours des contractions sur les muscles qui sont encore paralysés. Mais il faut maintenant employer un courant de 10 éléments, tandis qu'il y a six semaines, un courant fourni par 4 éléments suffisait. A cette époque le pôle positif paraissait agir plus efficacement, tandis qu'actuellement le pôle négatif produit les contractions plus fortes.

Sur les muscles homologues sains, il faut employer un courant de 16 à 18 éléments pour obtenir des contractions, et pour les muscles du côté paralysé qui ont recouvré leur contraction volontaire, la force du courant pour provoquer les contractions doit être de 14. Le courant doit donc être pour les muscles qui ont été paralysés, et qui sont guéris, plus

faible que pour les muscles sains, mais plus fort que pour les muscles qui sont encore paralysés.

Pour ces mêmes muscles, les courants induits doivent, au contraire, être plus forts que pour les muscles sains.

Cette observation nous démontre :

Sous le rapport des interruptions des courants, qu'au début de la paralysie, et jusqu'au moment où les mouvements volontaires sont revenus, les courants induits, même en employant des interruptions très-lentes, n'ont plus d'action sur les fibres musculaires paralysées ;

Que, pour les courants continus, l'époque de la maladie amène de grands changements ; qu'au début de la paralysie on obtient encore des contractions en faisant 50 à 60 interruptions par seconde.

A une période plus avancée, les contractions par ces mêmes courants disparaissent si l'on dépasse 4 à 8 interruptions par seconde.

Lorsque, dans quelques muscles, les contractions volontaires réapparaissent, c'est-à-dire lorsque la guérison commence à s'établir, les interruptions peuvent de nouveau être plus rapides. Lorsqu'elles ne dépassent pas 40 à 50 par seconde, les contractions ont toujours lieu. A mesure que la guérison s'affirme, les interruptions peuvent de nouveau devenir plus fréquentes.

Sous le rapport de la tension et de la quantité, on peut dire, d'une manière générale, que la *tension* a sur les muscles paralysés une influence moins considérable que sur les muscles sains, tandis que la *quantité* a plus d'action sur les muscles paralysés que sur les muscles sains.

Sous le rapport de l'influence des pôles, on voit qu'une seule fois, et cela au moment où la paralysie paraissait le

plus prononcée, le pôle positif a eu une influence plus marquée sur la contractilité musculaire. C'est à cette période qu'il suffisait d'un courant de 4 éléments pour produire des contractions.

Sous le rapport de la contractilité, il est certain que huit jours après le début de la paralysie, on ne peut provoquer aucune contraction avec les courants induits, de quelque nature qu'ils soient, quels que soient le nombre des interruptions et la durée qui sépare le passage des courants.

Que la contractilité farado-musculaire ne réapparaît que lorsque les mouvements volontaires existent de nouveau. Cette contractilité est pendant quelque temps plus faible que celle des muscles sains. La contractilité électro-musculaire pour les courants continus va en augmentant jusqu'à un maximum qui peut rester stationnaire si l'affection reste chronique, mais qui diminue peu à peu si la guérison arrive.

La *forme* de la contraction diffère à ces différentes périodes, elle s'éloigne peu à peu de la forme de la contraction des muscles striés, pour se rapprocher de celle des muscles lisses; elle devient lente et progressive. De plus, la fibre musculaire qui se contracte ainsi sous l'influence des courants continus, reste en partie contractée pendant tout le temps que le courant est appliqué, et conserve même cet état quelque temps après son passage.

De la contractilité dans les diverses modifications de la fibre musculaire.

Dans les muscles striés, la fatigue et la diminution de la contractilité après la mort présentent également une différence d'excitabilité très-manifeste, sous l'influence des courants induits et des courants continus.

Sur des muscles que nous avions maintenus contractés pendant quelques minutes par des courants induits nous obtenions, lorsque le muscle était fatigué, des contractions plus fortes avec les courants continus. Sur un muscle ainsi fatigué, la contraction permanente obtenue par le passage d'un courant induit, peut encore être augmentée par l'influence d'un courant de la pile, c'est-à-dire que le muscle contracté sous l'influence de courants induits se raccourcit encore lorsqu'on applique directement les électrodes d'un courant continu. Ce phénomène n'a jamais lieu lorsque le muscle est frais.

Lorsque, par la mort, les muscles perdent peu à peu leur excitabilité, cette même différence apparaît entre les courants induits et les courants de la pile. Sans parler d'expériences sur les animaux, nous pouvons citer des observations que nous avons eu occasion de constater récemment sur l'homme même. Nous avons fait ces recherches dans le laboratoire de M. Robin, et en sa présence, sur le cadavre d'un supplicié qui avait été exécuté quelques heures auparavant. L'exécution avait eu lieu à cinq heures du matin, et à sept heures et demie tous les muscles du tronc possédaient encore leur excitabilité électrique ; mais en agissant directement sur les nerfs périphériques ou sur la moelle, on ne déterminait aucune contraction. L'excitabilité des nerfs se perd donc, ce qui d'ailleurs est connu, bien avant celle des muscles.

Les muscles exposés à l'air perdent très-vite leur excitabilité, mais il n'en est pas de même des muscles profonds. A onze heures et demie, c'est-à-dire six heures et demie après la mort, les muscles du mollet se contractaient encore sous l'influence des courants électriques, et cependant la

rigidité cadavérique commençait déjà dans les membres inférieurs. L'excitation mécanique déterminait également la contraction des fibres musculaires, et il nous semble qu'à cette période, les excitants mécaniques agissent plus énergiquement que lorsque les muscles sont sains.

La contractilité nous a également paru persister plus longtemps pour les muscles à fibres longues.

Sur le trapèze, nous avons constaté, six heures et demie et plus après la mort, des contractions très-marquées. Ces contractions étaient plus énergiques par l'application des courants continus que par celle des courants induits, ce qui est l'opposé de ce qui se passe pour les muscles frais.

La forme de la contraction était toute différente de celle qu'on obtient avec les muscles frais. Elle était lente et progressive et ressemblait beaucoup à celle des fibres musculaires lisses. La contraction était un peu plus rapide, mais moins forte avec les courants induits.

Lorsqu'on cessait l'électrisation, les muscles revenaient également lentement sur eux-mêmes. Ce mouvement était plus rapide lorsque les muscles avaient été électrisés avec des courants induits.

Au lieu d'obtenir, pendant le passage des courants continus, le relâchement des fibres musculaires, comme cela a lieu pour les muscles frais, le muscle électrisé restait contracté pendant tout le temps de l'application de ces courants. Cependant, pressés dans nos recherches, nous n'avons pu laisser les courants continus appliqués pendant plus de trente à quarante-cinq secondes, et nous ne pouvons assurer si cet état de contraction eût duré plusieurs minutes. Mais, même dans les conditions que nous indiquons, cette diffé-

rence d'action des courants continus sur ces muscles et sur des muscles frais est très-remarquable.

Ces faits nous avaient fait admettre que la différence d'action des courants électriques sur les muscles striés sains et sur les muscles striés lésés, avait pour cause une transformation spéciale qui rapprochait la fibre striée de la fibre lisse, et peut-être même de l'état embryonnaire.

Nous avions, en effet, été depuis longtemps frappé de la différence d'action des courants continus sur les fibres striées et sur les fibres lisses. Tandis que sous l'influence de ces courants, la contraction des fibres striées saines est faible et momentanée, sur les fibres lisses elle est au contraire très-marquée et persiste souvent pendant longtemps.

Dans des expériences sur les contractions de l'intestin, nous avons également observé plusieurs fois, et au manomètre, et avec l'appareil enregistreur, que lorsqu'on n'obtenait plus aucune contraction par les courants induits, on en déterminait encore avec les courants continus. Nous donnons dans le chapitre consacré à l'étude *Des mouvements de l'intestin* deux tracés indiquant les contractions que l'on obtient avec des courants, continus, alors que les courants induits ne déterminent plus aucun effet.

Nous avons, en effet, observé des phénomènes du même ordre sur les muscles des embryons. Sur de jeunes embryons de rats vivants et presque à terme, nous avons vu que dans les premiers instants les courants induits et les courants de la pile donnaient des contractions sur les muscles des membres. Mais, au bout de fort peu de temps, les courants induits ne déterminaient plus de contractions, tandis que les courants de la pile en déterminaient relativement de très-fortes. De plus, la contraction produite par les courants

continus est permanente et se maintient pendant tout le temps que le courant est appliqué.

Nous devons mentionner ici une opinion de M. Schiff, qui est d'autant plus importante que les conclusions auxquelles nous sommes arrivés semblent la confirmer en partie. M. Schiff, dans ses leçons et d'après une communication orale qu'il nous a faite, soutient que la contraction idio-musculaire ne peut jamais être obtenue avec les courants induits, et que ceux-ci ne provoquent la contraction des muscles qu'indirectement en agissant sur les filets nerveux.

S'il est vrai que dans quelques expériences on a remarqué qu'en agissant sur les troncs nerveux, on ne provoquait plus avec les courants induits de contractions, tandis qu'on en obtenait en agissant directement sur les muscles, ces faits ne démontreraient qu'une seule chose, c'est que les troncs nerveux ont perdu leur excitabilité, mais qu'il n'en est pas de même des derniers rameaux nerveux. M. Schiff fait la même objection à l'expérience de M. Claude Bernard avec le curare, et il admet que, dans ces cas, les gros troncs nerveux sont seuls paralysés et que les dernières ramifications nerveuses restent intactes, ce qui explique pourquoi les courants induits donnent encore des contractions.

Les courants continus seuls pourraient agir directement sur la fibre musculaire même, et cela par leur action électrolytique. Ce seraient surtout les alcalis qui se forment au pôle négatif qui exciteraient ainsi la contraction idio-musculaire, et c'est pour cela que ce pôle a une action plus prononcée que le pôle positif. Ce n'est pas le passage d'un courant électrique, mais les produits électrolytiques qui seraient la cause de cette influence des courants de la pile.

Pour montrer que les courants induits ne peuvent agir directement sur la fibre musculaire, M. Schiff se fonde sur les deux faits suivants.

Lorsqu'on empoisonne un animal avec une forte dose d'atropine, on ne peut plus obtenir de contraction en électrisant soit les nerfs, soit directement les muscles, tandis qu'on obtient des contractions très-prononcées en électrisant les muscles avec des courants continus, ou en y appliquant des alcalis.

Lorsqu'on fait arriver dans un membre fraîchement séparé de l'animal, une décharge électrique suffisamment intense pour abolir l'excitabilité nerveuse, mais trop faible pour anéantir l'excitabilité musculaire (celle-ci résiste plus que celle des nerfs aux décharges électriques), on ne peut plus déterminer avec les courants induits de contractions, ni en agissant sur les filets nerveux, ni en électrisant les muscles. Les courants de la pile, au contraire, produisent des contractions lorsqu'ils sont appliqués directement sur les muscles. Il en est de même du contact de bases ou d'acides faibles ou d'une excitation mécanique.

Pour expliquer que les effets électrolytiques des courants continus sont la cause de ces contractions idio-musculaires, M. Schiff s'appuie sur ce fait positif, que les excitants chimiques provoquent ces contractions.

Les faits que nous avons cités et qui démontrent que ces contractions sont d'autant plus fortes que la quantité chimique du courant est plus grande, viennent à l'appui de cette opinion de M. Schiff.

Cependant nous ne pouvons partager l'opinion de l'éminent physiologiste de Florence, car elle nous semble insuffisante dans bien des cas.

Nous dirons d'abord que les effets électrolytiques, comme nous l'avons indiqué dans le chapitre IV de la deuxième partie, ne se manifestent qu'au contact même des pôles. Ce n'est que dans les parties qui touchent le pôle négatif qu'il y a formation d'alcalis libres, et ce n'est que près du pôle positif qu'apparaissent les acides. Dans toutes les parties intermédiaires, il n'y a production, ni d'alcalis, ni d'acides. Donc, les effets électrolytiques des courants n'ont lieu que localement : l'expérience de Davy est concluante sous ce rapport.

Or, dans toutes ces expériences, c'est à travers la peau que l'on agit, et la faible quantité d'alcalis qui se forme se dépose à la surface de la peau et ne peut agir directement sur le muscle. On sait, d'un autre côté, que les agents chimiques, pour déterminer la contraction idio-musculaire, doivent être en contact direct avec les fibres.

De plus, parmi les agents chimiques qui déterminent la contraction musculaire, ce sont les alcalis qui agissent le plus énergiquement, et par conséquent ce serait toujours le pôle négatif qui provoquerait les contractions les plus fortes, et nous avons vu que le contraire a lieu souvent.

De plus, avec des courants de la pile, on obtient avec un courant très-fort des effets électrolytiques très-marqués, même en faisant 5 à 10 interruptions par seconde, et cependant, à une certaine époque de la paralysie, les courants agissant avec ce nombre d'interruptions ne donnent plus aucune contraction.

Enfin, cette théorie ne peut expliquer pourquoi, dans ces cas, la contraction a lieu avec un courant plus faible qu'à l'état sain.

Nous admettrons donc plus volontiers que, lorsque la fibre musculaire a conservé sa structure normale, et qu'elle n'a éprouvé aucune altération de nutrition, elle se contracte sous l'influence des courants électriques de quelque nature qu'ils soient, mais que cette contraction, lorsque la fibre musculaire est altérée, ne se fait plus que sous l'influence de certains excitants.

La proposition de M. Schiff revient à dire que l'électricité n'agit en aucune façon sur la contraction idio-musculaire, et que les courants continus agissent, non parce qu'ils sont une forme de la force électrique, mais parce qu'ils déterminent indirectement des actions chimiques.

Mais le choc, l'irritation mécanique, aussi bien que les agents chimiques, produisent dans ces différents cas la contraction idio-musculaire. Or l'électricité des courants induits est également un choc mécanique, ne différant des autres chocs mécaniques que par la rapidité de son action. Les faits que nous avons rapportés démontrent que la fibre musculaire, lorsqu'elle est saine, se contracte quelle que soit la rapidité avec laquelle agit l'excitant, tandis que, lorsqu'elle est altérée, il faut que l'action excitante agisse plus longtemps.

On peut donc admettre que, lorsque le système nerveux est détruit par une cause quelconque (une altération organique ou un poison), les courants induits peuvent encore produire une contraction aussi longtemps que la fibre musculaire a conservé son état normal, mais que, dès que cette fibre a subi un changement, les courants induits ne peuvent plus déterminer de contraction par cela seul que leur action est trop rapide.

D'après ces faits, il faut presque admettre deux sortes de

contraction idio-musculaire, ou mieux une forme de contraction correspondant à chaque état anatomique de la fibre. Cette dernière supposition n'a d'ailleurs rien de paradoxal et nous paraît au contraire être une conséquence logique de tout ce que nous apprend le fonctionnement des différentes espèces de fibres musculaires, même des différentes activités de la substance contractile. La contraction du protoplasma, les mouvements amiboïdes, les contractions des fibres lisses, celles des fibres du cœur, celle des muscles des membres, offrent toutes des différences très-notables. Il est donc permis d'en conclure que la fibre striée, lorsqu'elle subit certains changements, présente des propriétés nouvelles et qui sont la conséquence de ce nouvel état anatomique.

— Dans certains cas, *la contraction idio-musculaire est déterminée par une excitation plus faible que la contraction indirecte par les nerfs moteurs.*

Nous ne pouvons quitter l'étude de cette différence d'action des courants électriques sur la contractilité musculaire, sans indiquer toutes les questions auxquelles elle se rattache, et toutes les conséquences qui semblent en ressortir. Dans tous les cas, ces recherches ont une importance incontestable au point de vue pathologique, et nous croyons de plus qu'elles peuvent influer sur les lois admises en physiologie.

Nous avons vu que les muscles fatigués ou épuisés, ou séparés de leurs nerfs moteurs, se contractent mieux par l'action des courants continus que par celle des courants induits.

Cela est déjà assez étonnant ; mais enfin cela peut s'expliquer. Ce qui est plus extraordinaire, c'est qu'un

muscle privé de son nerf moteur se contracte plus facilement sous l'influence d'un courant continu qu'un muscle sain. Nous avons dit que, probablement, cette différence d'action était due au changement éprouvé par la fibre musculaire striée qui se rapprochait alors au moins au point de vue dynamique de la fibre musculaire lisse. Nous n'avons donné que cette seule raison pour ne pas compliquer de suite une question dans laquelle il y a tant d'éléments obscurs.

En ne considérant que quelques cas particuliers, nous croyons notre théorie exacte. Nous pouvons admettre, en effet, que la fibre lisse pour être excitée a besoin d'un courant moins énergique que la fibre striée; que, dans certains cas pathologiques, la structure de la fibre striée se rapproche de la fibre lisse, et qu'alors elle devient plus excitable qu'elle ne l'était antérieurement.

Mais, en donnant cette explication, nous ne faisons que reculer la difficulté ; car on peut nous demander pourquoi la fibre lisse se contracte sous l'influence d'excitants plus faibles. L'état anatomique de la fibre striée, même dans les cas de paralysie, n'est d'ailleurs jamais identique avec celui de la fibre lisse ; de plus, cette dernière se contracte sous l'influence des courants induits, tandis que la fibre striée paralysée ne se contracte pas sous l'influence de ces courants.

Les faits qui permettent d'admettre que, dans les cas de paralysie des nerfs moteurs, les fibres striées prennent quelques-unes des propriétés de la substance contractile des muscles lisses, sont plutôt physiologiques qu'anatomiques. Il est incontestable en effet que le tracé des fibres striées, fatiguées ou paralysées, ressemble beaucoup à celui des

fibres lisses. Comme ce dernier, il est moins brusque, plus long; le maximum d'élévation de la ligne arrive plus lentement, la montée et la descente se font progressivement.

De plus, comme pour la fibre lisse, la fibre striée, dans ces cas, se contracte avec une certaine lenteur, reste contractée en partie pendant tout le temps que dure l'excitation et ne revient que peu à peu à son état normal.

Enfin, les excitants qui agissent énergiquement sur les fibres lisses ou le protoplasma sont également ceux qui ont le plus d'action sur les fibres striées, lorsqu'elles sont séparées de leurs nerfs moteurs.

Mais, en laissant de côté toute théorie, et en ne considérant que les faits, nous pouvons dire d'une manière certaine que : *L'irritabilité musculaire, pour les excitants tels que les courants de la pile ou les agents chimiques ou mécaniques, est beaucoup plus grande lorsque les muscles sont privés de leurs nerfs que lorsqu'ils sont reliés au système nerveux.*

En effet, un muscle sain et qui possède ses filets nerveux moteurs, lorsqu'on y applique directement les pôles, ne se contracte qu'avec 16 éléments, par exemple, tandis que ce même muscle privé de son nerf moteur et avant d'avoir subi d'altération anatomique bien marquée, se contracte sous l'influence d'un courant de 4 éléments. La contraction n'est pas aussi forte, ni aussi énergique; mais, dans tous les cas, elle a lieu, et nous n'avons à tenir compte ici ni de sa forme, ni de sa puissance.

Ces mêmes phénomènes s'observent pour d'autres circonstances. Un nerf perd de son excitabilité (à la suite d'une névralgie par exemple, comme cela se voit souvent dans les atrophies consécutives aux névralgies), et le premier phé-

nomène témoignant de l'altération des filets nerveux, avant même qu'on puisse constater une atrophie des muscles, est leurs contractions fibrillaires qui se font par le moindre excitant. En frappant ou en irritant avec la main des membres sains, on ne voit jamais survenir de contractions musculaires, tandis qu'on les fait ainsi apparaître dans des muscles dont les filets nerveux sont affaiblis ou commencent à s'altérer. La conclusion, ici encore, ne peut être que la suivante : *Chaque fois qu'un muscle est séparé du système nerveux, ou chaque fois que celui-ci est affaibli, l'irritabilité musculaire est augmentée.*

Enfin, si la maladie du système nerveux est générale, s'il y a un affaiblissement de tous les centres nerveux, comme dans la plupart des fièvres adynamiques, nous retrouvons encore les mêmes faits, consistant dans la facilité de provoquer des contractions locales des muscles en agissant directement sur eux.

On dirait donc que, *chaque fois qu'un muscle est privé, pour une cause ou pour une autre, de l'influx nerveux, il devient plus excitable par certains excitants ; qu'en même temps, chacune des fibres musculaires acquiert une sorte d'indépendance qui lui permet de se contracter isolément et à la plus légère excitation.*

La réciproque de cette proposition peut incontestablement se formuler ainsi :

Les nerfs, pendant leur état de repos apparent, empêchent les muscles de se contracter sous l'influence des excitants de toute nature qui peuvent agir directement sur les fibres musculaires.

L'étude des mouvements d'ordre physique nous présente plusieurs phénomènes de cet ordre. On sait, en effet,

que deux forces peuvent rester à l'état de repos, parce qu'elles s'équilibrent, mais qu'elles se dégagent et deviennent apparentes dès que l'équilibre est rompu. Supposons donc un instant que l'action continue du nerf (ce qu'on a appelé l'action tonique) consiste à faire équilibre aux irritations continuelles qu'éprouve le muscle, et le force à garder son état de repos fonctionnel, et l'on comprendra ainsi comment les nerfs peuvent en partie empêcher le muscle de subir toutes les influences qui agissent sur son irritabilité. Si, dans l'un ou dans l'autre des tissus, il survient une excitation plus forte, l'équilibre est rompu momentanément, et aussitôt toutes les activités se dégagent. C'est le trouble d'équilibre moléculaire du nerf qui permet aux muscles de se contracter. Donc, même à l'état de repos apparent, le système nerveux aurait une influence sur les muscles, en maintenant une sorte d'équilibre. L'activité du nerf, comme du muscle, consisterait dans une rupture de l'équilibre normal.

Nous l'avouons franchement, nous sommes en pleine hypothèse. Nous nous sommes laissés entraîner par le désir naturel de donner une explication de faits difficiles à faire rentrer dans les théories reçues. Les faits sont vrais et incontestables, c'est là notre excuse : quant à l'hypothèse, nous n'y attachons aucune importance, et nous ne l'avons énoncée que parce que, sous sa forme métaphysique et presque paradoxale, elle force l'esprit à bien distinguer ces différents phénomènes.

Cette différence d'excitabilité des muscles, lorsqu'ils sont reliés au système nerveux ou qu'ils en sont séparés, est tellement nette, que M. Schiff, qui, certes, pas plus que nous, ne peut être accusé d'aimer les raisonnements théoriques,

est obligé, pour les expliquer, de donner une hypothèse plus ou moins vraisemblable.

Sur un chien, il coupe l'hypoglosse, d'un côté de la tête, et, quelque temps après, il constate que les muscles de la moitié de la langue, celle où l'hypoglosse a été sectionné, sont pris de contractions fibrillaires. Les muscles de l'autre côté de la langue restent au repos aussi longtemps que l'animal ne fait point de mouvements volontaires; alors, la contraction est forte, rapide, et se fait avec ensemble. Du côté paralysé, les contractions, au contraire, sont fibrillaires, continues et sans coordination. Nous avons eu l'occasion de voir cette expérience dans le laboratoire de M. Schiff, et voici l'explication qu'il nous en a donnée : Les muscles soumis à l'influence de la volonté usent en masse, par les mouvements volontaires, les forces actives qu'ils renferment par la nutrition; tandis que, pour les muscles paralysés, mais non atrophiés, ces forces se dégagent petit à petit et à mesure qu'elles se forment.

Nous pouvons donc conclure que, lorsque l'influx nerveux existe, il empêche les activités fonctionnelles musculaires de se dégager à mesure qu'il y a accumulation des principes nécessaires. A l'état normal, il y a une masse d'excitants légers (la formation de l'acide carbonique, etc.), qui agissent sans cesse, mais qui n'ont d'influence que lorsque les muscles sont indépendants du système nerveux.

Un muscle relié à la moelle peut rester très-longtemps, constamment même, sans entrer en contraction, tandis qu'il n'en est plus ainsi pour un muscle séparé des nerfs. En d'autres termes, on pourrait dire que le système nerveux permet aux muscles d'accumuler en eux une certaine somme de principes nécessaires pour leur fonctionnement

plus ou moins prolongé ; tandis que, dans le cas où l'influx nerveux fait défaut, cette accumulation ou cette espèce d'emmagasinement et de réserve n'est plus possible, et que le fonctionnement s'effectue dès que la nutrition du muscle a fourni suffisamment de matériaux oxydables.

Comme nous l'avons fait observer, lorsque le système nerveux central ou périphérique vient à être paralysé ou affaibli, les excitations portées directement sur les muscles agissent plus fortement; même sans aucune espèce d'excitation extérieure, les muscles se contractent d'eux-mêmes, comme le prouvent les contractions fibrillaires dans toutes les maladies adynamiques. Les faits pathologiques confirment donc les faits physiologiques, et, il faut bien le dire, les théories actuellement reçues ne donnent pas de ces phénomènes d'explication bien satisfaisante.

DES DIFFÉRENCES DANS LA CONTRACTILITÉ FARADO-MUSCULAIRE ET GALVANO-MUSCULAIRE COMME MOYEN DE DIAGNOSTIC ET DE PRONOSTIC.

« Les expériences galvaniques, disait Humboldt, ne sont pas seulement utiles pour la guérison des maladies, mais elles offrent un avantage précieux, de calculer le degré d'excitabilité d'un nerf ou d'un muscle. Je suis persuadé que la doctrine du galvanisme ne répandra jamais plus de lumière sur la médecine pratique que lorsqu'on étudiera cette doctrine à ce point de vue. » Cette prévision de Humboldt s'est réalisée en partie, et nous allons en résumer les traits principaux, et essayer, en laissant de côté toute théorie et toute interprétation physiologique ou physique, de montrer comment les différents courants électriques peuvent éclairer

le diagnostic et servir, de plus, au pronostic de certaines affections.

Les courants induits et les courants continus peuvent être employés pour explorer la contractilité électro-musculaire. Examinons d'abord isolément l'influence de chacun de ces courants. Comme la contractilité n'est pas la même pour ces deux courants, nous emploierons le mot de *contractilité farado-musculaire* pour celle qui a lieu par les courants induits, et celui de *contractilité galvano-musculaire* pour celle que déterminent les courants continus.

1° *Courants induits.* — Il n'y a pas d'excitant qui détermine des contractions musculaires d'une manière aussi nette et aussi précise que les courants induits. Avec un courant peu douloureux, il est toujours facile de provoquer des contractions très-manifestes sur les muscles sains.

Chaque fois, donc, qu'en employant ces courants, on remarquera une diminution dans la force de contraction ou une abolition de la contractilité, on sera en droit d'admettre une lésion soit primitive, soit consécutive, des fibres musculaires.

Cette diminution a lieu dans la plupart des affections de la moelle (Marschall-Hall), dans les paralysies traumatiques, dans les paralysies saturnines (Duchenne), dans les atrophies suites de lésions périphériques.

La proposition de Marschall-Hall s'énonce ainsi : « Dans les paralysies spinales, la contractilité électro-musculaire diminue dans les muscles paralysés.

» Dans les paralysies cérébrales, la contractilité électro-musculaire augmente. »

Cette proposition n'est pas toujours très-exacte, mais elle peut servir d'une manière générale pour le diagnostic.

Dans toutes les paralysies traumatiques, comme l'a montré M. Duchenne, la contractilité électro-musculaire disparaît très-promptement.

La perte de contractilité farado-musculaire dans les paralysies saturnines, et sa conservation dans les paralysies rhumatismales des extenseurs permettent de diagnostiquer ces deux sortes d'affections qui se ressemblent beaucoup.

Nous reviendrons plus loin sur les autres cas, où il y a des différences dans la contractilité sous l'influence des courants induits.

2° *Courants continus.* — Sur des muscles sains et à l'état normal, les courants continus déterminent très-difficilement des contractions musculaires lorsqu'ils sont appliqués directement sur les muscles. Lorsque les électrodes sont placés sur le trajet des nerfs moteurs, les contractions sont plus fortes et ont lieu avec un courant moins intense ; mais ces contractions ne sont jamais aussi intenses qu'avec des courants induits.

Sur un membre sain, le courant ascendant appliqué sur le trajet des nerfs détermine, de plus, des contractions plus énergiques que le courant descendant.

Donc, chaque fois que nous verrons les courants continus produire facilement des contractions, notre attention sera immédiatement éveillée.

a. Si les contractions ont lieu très-facilement, les électrodes étant appliqués sur le trajet des nerfs, nous pouvons en conclure immédiatement que *l'excitabilité des nerfs est très-grande et presque exagérée.* Cela est vrai et indique en même temps des actions réflexes très-accentuées, et par conséquent une grande excitabilité de la moelle lorsque ces phénomènes ont lieu avec un courant ascendant.

b. Si les contractions, dans ces conditions, sont plus énergiques avec un courant descendant, nous pouvons affirmer, à coup sûr, qu'*il y a diminution ou abolition de la sensibilité ou de l'excitabilité réflexe de la moelle* (1).

c. Si la contraction est plus forte, lorsqu'on agit directement sur les muscles, que lorsqu'on agit sur les nerfs moteurs, on peut en conclure qu'*il y a une lésion des nerfs et non des muscles*, ou tout au moins que la lésion a atteint les nerfs en premier lieu.

d. La contraction, en électrisant directement les nerfs, peut seulement être affaiblie ou bien complétement abolie.

e. Lorsque la contraction par l'électrisation des nerfs est affaiblie, cela n'a pas de valeur bien définie, si en même temps l'électrisation directe du muscle donne de faibles contractions. Dans le cas contraire, c'est-à-dire lorsque les contractions sont plus fortes par l'application directe sur le muscle, on peut certainement en conclure que *le système nerveux moteur est altéré, ou du moins a perdu de son excitabilité.*

f. Lorsque la contraction par l'électrisation des nerfs périphériques est complétement abolie, on peut distinguer deux cas : 1° la contractilité galvano-musculaire est plus grande qu'à l'état normal ; 2° la contractilité galvano-musculaire est affaiblie ou abolie.

1° *Contractilité galvano-musculaire augmentée.* Ce phénomène très-curieux et presque inexplicable existe lorsque *les nerfs ont été altérés primitivement, d'une manière rapide,*

(1) Ces propositions sont la conséquence d'expériences et d'observations pathologiques rapportées précédemment dans le chapitre consacré à l'étude de l'*Influence des courants électriques sur le système nerveux.*

et que les nerfs moteurs seuls sont lésés. Presque toujours cet état est le signe d'une paralysie périphérique.

2° *Contractilité galvano-musculaire diminuée ou abolie.* Dans ces conditions, on est en présence de lésions diverses, et c'est surtout dans ces cas que l'examen comparatif des courants induits et des courants continus est d'une grande utilité.

Examen comparatif de la contractilité musculaire sous l'influence des courants induits et des courants continus.

Après avoir examiné la contractilité électro-musculaire et par la faradisation et par la galvanisation, on doit voir si la différence d'action de ces deux excitants ne permet pas de fixer mieux le diagnostic. On pourrait, sous ce rapport, faire un très-grand nombre de groupes, mais nous ne considérerons que les principaux, et, pour mieux en montrer le côté pratique, nous supposons une paralysie d'un membre sans que le malade donne de renseignements.

I. — Les courants induits donnent des contractions normales.

CONCLUSION : Ni les muscles, ni les nerfs périphériques, ni la portion de la moelle dont partent les nerfs qui se rendent aux muscles paralysés, ne sont lésés.

Cette proposition sera confirmée, si en même temps l'excitabilité des nerfs et des muscles est normale pour les courants continus.

Dans la plupart de ces cas, on sera en présence de paralysies de cause cérébrale. Si les contractions sont très-prononcées par les courants induits et très-faibles par les courants continus, tandis que la sensibilité farado-musculaire est éteinte en partie et que l'impression déterminée par les

courants continus est très-vive, on peut presque affirmer que la paralysie est de cause hystérique.

II. — La contractilité farado-musculaire est diminuée, et la contractilité galvano-musculaire est normale ou augmentée.

Conclusion : Le système moteur seul est altéré, mais l'altération est lente et incomplète ; les fibres musculaires n'ont encore éprouvé que des lésions partielles ou peu graves.

III. — La contractilité farado-musculaire est abolie, et la contractilité galvano-musculaire est augmentée.

Conclusion : Les nerfs moteurs sont complétement détruits, et la paralysie est de cause périphérique. Les muscles ont subi un commencement d'altération, mais cette altération n'est pas grave.

IV. — La contractilité farado-musculaire est abolie, et la contractilité galvano-musculaire existe, mais très-faible.

Conclusion : Destruction rapide des différentes espèces de filets nerveux, ou des cellules de la substance grise de la moelle. Lésions graves des muscles.

Lorsque primitivement on n'a obtenu aucune contraction avec les deux espèces de courants, et qu'après quelque temps de traitement, les contractions, tout en restant abolies pour les courants induits, réapparaissent pour les courants continus, c'est un signe favorable, qui indique que les muscles se régénèrent et que la guérison peut avoir lieu.

V. — La contractilité farado-musculaire et la contractilité galvano-musculaire sont toutes deux abolies.

Conclusion : Destruction complète du système nerveux et du système musculaire.

Faits démontrant ces propositions.

Dans les paralysies rhumatismales ou traumatiques du nerf facial, dans quelques paralysies rhumatismales ou traumatiques d'autres nerfs, on constate d'une manière incontestable que les muscles paralysés ne se contractent pas sous l'influence des courants induits, tandis qu'ils se contractent sous l'influence des courants continus, et, de plus, *pour provoquer leur contraction, le courant employé peut être moins intense que pour des muscles sains.*

Ajoutons tout de suite que, dans d'autres affections où les courants induits ne donnent pas de contractions, les courants continus en déterminent, *mais le courant doit être plus intense que pour des muscles sains.*

Jusqu'à présent on a observé le fait d'abolition de la contractilité farado-musculaire et de l'augmentation de la contractilité galvano-musculaire dans au moins vingt cas de paralysie faciale rhumatismale, dans deux cas de paralysie faciale à la suite de la section du nerf (un cas par Ziemssen, un cas par nous), dans une paralysie traumatique du nerf radial (Ziemssen), dans deux cas de paralysie traumatique des nerfs péroniers (Eulenburg), dans un cas de piqûre du nerf radial par une épée (observation personnelle), dans un cas de paralysie diphthéritique du voile du palais (Ziemssen), et par nous dans un cas de paralysie rhumatismale du nerf circonflexe, etc.

Sans entrer dans la discussion de cette question, nous ferons seulement observer, au point de vue du diagnostic, que dans tous ces cas les paralysies proviennent de lésions de nerfs périphériques, et que les nerfs moteurs seuls ont été atteints. Il y a encore, sous ce rapport, d'autres diffé-

rences à faire : car, dans les paralysies traumatiques, par exemple, il y a des cas où la perte de la contractilité a lieu pour les deux espèces de courants, tandis que dans d'autres il y a perte de la contractilité farado-musculaire, et exagération de la contractilité galvano-musculaire.

Pourquoi cette différence ? En quoi peut-elle servir au diagnostic et au pronostic des paralysies ? Dans toutes les paralysies, soit rhumatismales, soit traumatiques, du nerf facial, on a constaté l'absence de la contractilité farado-musculaire et l'augmentation de la contractilité galvano-musculaire. Dans les paralysies de ce nerf de cause cérébrale ou centrale, c'est le contraire qui a lieu, et jamais, dans ces cas, il n'y a perte de la contractilité farado-musculaire.

Donc, chaque fois que, dans une paralysie du nerf facial, il y a perte de la contractilité farado-musculaire et augmentation de la contraction galvano-musculaire, on peut affirmer que la paralysie est périphérique. Elle est, au contraire, centrale, lorsque la contractilité farado-musculaire est conservée.

Ces faits ont une grande importance, et nous permettent de faire un diagnostic exact, ce qui est souvent très-difficile, car Magendie et avec lui M. Claude Bernard, ont commis à ce sujet des erreurs de diagnostic. Dans ses leçons *Sur la physiologie et la pathologie du système nerveux* (p. 114 et suiv.), M. Claude Bernard rapporte une observation de Magendie qu'il considère comme un exemple d'une paralysie faciale simple, ne donnant lieu qu'à des phénomènes extérieurs. Or, dans cette paralysie, Magendie obtenait avec la machine de Clarke, c'est-à-dire avec des courants induits, des contractions très-prononcées. Ce fait, à lui seul, démon-

tre que la paralysie était centrale, et ce qui semble encore le prouver, c'est que quelques jours après le début de la paralysie du côté gauche elle survint également du côté droit, ce qui est encore une raison d'admettre que la paralysie était de cause centrale. Seulement, tandis que du côté gauche, où la paralysie a débuté, les contractions musculaires sont très-marquées pour les courants induits, elles sont très-faibles du côté droit pour ces mêmes courants. Ce qui semblerait prouver que la paralysie du côté gauche était centrale, tandis qu'elle était périphérique du côté droit et peut-être d'origine réflexe.

Nous avons observé cette différence d'action des courants continus et des courants induits dans un cas de paralysie des muscles de la face, six ans à la suite de la section du nerf facial. Le fait est important en ce qu'il démontre que, dans ce cas, il ne se fait pas une altération bien considérable de la fibre musculaire, puisque, après un temps si éloigné, les muscles paralysés ne sont pas encore atrophiés et conservent leur contractilité pour certains excitants, et se contractent sous l'influence d'un courant de 10 éléments, tandis que, pour les muscles homologues sains, il faut un courant de 20 éléments. Ce qui est encore très-difficile à expliquer, c'est que ces phénomènes existent presque exclusivement pour les paralysies rhumatismales du nerf facial. Nous les avons cependant observés récemment dans un cas de paralysie rhumatismale du nerf circonflexe. Seulement, et c'est un point important à noter, la paralysie, dans ce cas, s'est fixée lentement et peu à peu, tandis que dans les autres paralysies rhumatismales de ce nerf, l'affection arrive d'ordinaire tout à coup, et c'est peut-être là une des causes de cette différence des phénomènes.

Chez ce malade, la paralysie avait été précédée de douleurs très-vives dans l'épaule, dues probablement à l'influence de courants d'air auxquels le malade était presque constamment exposé. Les mouvements n'ont pas été abolis dès le début de la maladie, et ce n'est que quatre mois après que la paralysie du deltoïde est complète. A l'examen, les courants induits ne donnent aucune contraction du deltoïde paralysé ; un courant continu de 20 éléments détermine, au contraire, des contractions de ce muscle, et n'en provoque pas sur le deltoïde du côté sain. Il faut un courant de 30 éléments pour faire contracter le muscle sain. De plus, en plaçant un des pôles sur la nuque et l'autre sur le plexus brachial, du côté paralysé, on ne peut jamais faire contracter le deltoïde affecté, tandis que ce même courant appliqué directement sur le muscle y détermine des contractions. Le contraire a lieu du côté sain.

Voilà donc une observation où nous trouvons très-nettement : l'abolition de la contractilité farado-musculaire et l'augmentation de la contractilité galvano-musculaire. Comme, de plus, l'excitabilité des nerfs moteurs est détruite pour toute espèce de courants, nous en concluons : 1° que les nerfs moteurs périphériques sont complétement altérés ; 2° que le muscle n'est pas atrophié, comme pourrait le faire supposer l'examen par les courants induits, mais que les fibres musculaires sont conservées et qu'elles ont seulement subi une légère altération, qui, comme pour les paralysies faciales, sera rapidement guérie dès que les nerfs seront régénérés.

Nous disons que, dans ces cas, la lésion ne porte que sur les nerfs moteurs, ou du moins n'agit que très-légèrement sur la nutrition des muscles. En effet, dès que les nerfs re-

prennent leur excitabilité, les muscles reprennent rapidement leurs fonctions; il n'y a presque pas d'atrophie musculaire. De plus, la contractilité est conservée pour les courants continus, pour les excitants chimiques et mécaniques, et enfin on ne constate aucune espèce de troubles trophiques, ni sur la peau, ni dans les articulations, ni en aucun élément des régions paralysées.

Une seule objection peut être faite à notre proposition en ce qui concerne la localisation de la lésion dans les nerfs périphériques, c'est que cette même lésion pourrait exister dans le canal rachidien. En effet, que les nerfs soient altérés en dehors de la moelle, ou qu'ils soient détruits dans l'intérieur de la moelle, l'effet consécutif est le même. Cette objection est vraie, mais dans des limites très-restreintes. En effet, dans les affections centrales, la lésion ne reste que très-rarement limitée à un muscle ou à un groupe de muscles innervés par le même filet nerveux. De plus, dans les lésions de la moelle, excepté dans un seul cas (atrophie musculaire progressive), on ne voit pas cette augmentation de la contractilité galvano-musculaire. Lorsque les lésions de la moelle sont rapides ou qu'elles entraînent en même temps des troubles trophiques dans les membres, jamais on ne constate ces phénomènes.

D'un autre côté, nous pouvons dire que la lésion est limitée aux nerfs moteurs, car, même pour les altérations des nerfs périphériques, du moment que la lésion atteint les nerfs moteurs, les nerfs sensitifs et les nerfs vaso-moteurs, la contractilité se perd, et pour les courants continus et pour les courants interrompus. Nous ne connaissons pas d'observation où la compression, la déchirure, etc., d'un plexus ait amené la différence de contractilité qui existe

pour les paralysies du nerf facial. Et cependant cette différence existe pour les paralysies traumatiques faites par un instrument tranchant ou par une esquille osseuse. Les seuls cas de paralysies traumatiques où la perte de la contractilité pour les courants interrompus et son augmentation pour les courants continus aient été observées, se rapportent à des paralysies partielles de nerfs dont la lésion a été rapide et sans déterminer d'irritation. Ces cas sont les suivants : deux paralysies du nerf facial à la suite d'excision de tumeurs dans le voisinage, une du radial à la suite de fracture, une du radial à la suite d'un coup d'épée, une des péroniers à la suite d'une section.

Par contre, si la lésion porte sur le plexus entier, ou si la cause de la paralysie est plus lente et amène une irritation, les phénomènes ne se comportent plus ainsi. Nous citerons comme preuve les deux observations rapportées p. 333 et p. 338.

Ces faits n'ont pour but que de rappeler sur quelle base d'observation nous pouvons établir les propositions que nous avons émises au point de vue du diagnostic, et nous allons maintenant indiquer les différents cas auxquels se rapportent les données fournies par l'exploration électrique.

Il est inutile d'insister sur la première proposition, et nous arrivons tout de suite à la seconde : *La contractilité farado-musculaire est diminuée, et la contractilité galvano-musculaire est normale ou augmentée.*

D'après ce que nous avons établi plus haut, il est évident que, dans ce cas, les muscles ne sont pas lésés, et que le système nerveux seul a subi une altération, mais incomplète.

En effet, lorsque tous les nerfs moteurs périphériques

sont détruits, les courants interrompus ne déterminent plus de contraction. Comme nous l'avons déjà dit, M. Schiff soutient même que les courants induits ne déterminent jamais la contraction directe des muscles, c'est-à-dire qu'ils sont incapables de provoquer la contraction idio-musculaire, et qu'ils agissent toujours indirectement par les nerfs moteurs. Nous avons déjà fait nos réserves sur cette proposition au point de vue physiologique, mais elle peut être acceptée comme vraie au point de vue pratique et pathologique.

Dans le cas que nous supposons, on doit donc admettre que le système nerveux périphérique est en partie lésé, puisque les contractions sont affaiblies par les courants interrompus. Les muscles évidemment ne sont pas altérés, puisque leur contraction est *normale ou même plus grande* par les courants continus. On rencontre ces phénomènes surtout à la suite de névralgies un peu anciennes, et principalement dans l'atrophie musculaire progressive.

Dans cette dernière affection, en effet, nous le répétons, les muscles ne s'altèrent jamais primitivement, et ce n'est que consécutivement à la destruction des éléments nerveux que les fibres musculaires disparaissent l'une après l'autre. Les recherches histologiques récentes démontrent que la lésion anatomique a pour siége la destruction lente d'un certain nombre de cellules motrices de la moelle.

D'après les indications anatomiques qui constatent la présence dans les muscles de fibres saines, et d'autres dont les filets nerveux moteurs ont disparu peu à peu, que doit-il en résulter au point de vue de l'exploration électrique ?

Comme tous les nerfs ne sont pas altérés, et qu'il subsiste des filets nerveux sains et des fibres musculaires saines, les courants interrompus doivent continuer à provo-

quer des contractions. Seulement ces contractions seront moins énergiques et moins durables que sur des muscles sains.

Comme les muscles ne sont altérés que secondairement, et qu'à côté de fibres musculaires saines, il en est d'autres qui sont privées de l'influx nerveux, mais sans être encore complétement atrophiées, que ces fibres musculaires sont par conséquent dans le même état que des muscles privés de l'action nerveuse par paralysie rhumatismale ou par lésion traumatique, il doit en même temps arriver que les courants continus détermineront des contractions plus fortes lorsqu'ils seront appliqués directement sur les muscles, que lorsqu'ils agissent sur les filets nerveux. De plus, l'intensité du courant devra être moins forte que pour des muscles sains.

C'est en effet ce qu'on observe, comme nous l'avons indiqué dans le chapitre précédent. Pour les courants induits, le fait est connu depuis longtemps; et pour les courants continus, nous avons vu que la contraction des muscles malades nécessitait un courant moins énergique que pour des muscles sains, et que de plus on déterminait des contractions aussi fortes en agissant directement sur les muscles qu'en électrisant les nerfs moteurs.

Dans la troisième proposition : *La contractilité faradomusculaire est abolie et la contractilité galvano-musculaire est augmentée,* rentrent toutes les paralysies périphériques du nerf facial et certaines paralysies traumatiques des nerfs. Cette différence de contractilité existe également dans des cas de paralysie périphérique et dans des cas de paralysie saturnine. Ces phénomènes indiquent toujours que les nerfs périphériques ont été complétement détruits, ou qu'ils ont

perdu toute espèce d'excitabilité. Le pronostic dépend donc de la plus ou moins grande facilité qu'auront les nerfs à se régénérer.

On peut être certain que la guérison s'établit lorsque, au bout de quelque temps, la contractilité galvano-musculaire diminue, et que la contractilité farado-musculaire réapparaît.

Dans les paralysies rhumatismales des nerfs des membres ou du tronc, la guérison est toujours plus lente lorsque les muscles ont perdu la contractilité farado-musculaire et qu'ils n'ont conservé que la contractilité galvano-musculaire.

Au point de vue du pronostic, les paralysies qui guérissent le plus facilement sont donc celles où la contractilité par les courants induits, tout en étant affaiblie, n'est pas complétement perdue, puis celles où la contractilité, en étant abolie pour les courants induits, existe encore pour les courants continus. Les cas les plus rebelles, et souvent incurables, sont ceux où la contractilité farado-musculaire et galvano-musculaire est complétement détruite.

Mais un précepte important qui ressort de tous ces faits, c'est qu'on ne peut conclure à une atrophie d'un muscle, ni à sa dégénérescence, par cela seul que sa contractilité est perdue pour les courants induits. Il faut donc toujours faire comparativement l'examen des muscles avec les courants continus.

La quatrième proposition : *La contractilité farado-musculaire est abolie et la contractilité galvano-musculaire existe, mais très-faible*, s'applique à un grand nombre de cas. Nous avons vu que ces phénomènes arrivent à la suite des paralysies traumatiques ayant lieu par compression ou par con-

tusion, et ayant amené, au bout de fort peu de jours, la destruction des nerfs périphériques.

Il en est de même dans les lésions traumatiques de la moelle et dans toutes les lésions de la moelle qui amènent une destruction prompte et complète des éléments nerveux, et qui sont accompagnées de troubles trophiques et d'altérations rapides des fibres musculaires. Ainsi on constate ces phénomènes dans la myélite aiguë, dans le ramollissement de la moelle, dans l'hémorrhagie spinale; nous les avons également observés à la suite d'une sciatique très-ancienne, dans la paralysie infantile, etc.

Donc, l'absence de contractilité farado-musculaire et la diminution de la contractilité galvano-musculaire indiquent bien que les nerfs sont détruits, et que les muscles ont subi une altération plus grave que dans les cas de la *troisième proposition*.

La guérison est par suite plus difficile et plus longue, mais l'influence des courants continus permet de savoir quel est le degré de l'altération musculaire.

Enfin, la cinquième proposition : *La contractilité farado-musculaire et la contractilité galvano-musculaire sont toutes deux abolies*, est évidemment toujours d'un pronostic très-grave. Cependant, comme nous l'avons vu dans les observations que nous avons rapportées (p. 333 et 335), lorsque, après avoir été perdue, la contractilité revient pour les courants continus, c'est un signe favorable, et l'on peut espérer une guérison, si la régénération des nerfs est possible.

Pour bien s'assurer si toute contractilité est perdue, il faut employer l'électro-puncture, et, si les douleurs sont trop vives, il est utile de chloroformer les malades, afin de pouvoir employer des courants assez intenses.

DE L'INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES FIBRES LISSES.

Des mouvements de l'intestin.

L'action des courants électriques sur les fibres lisses a été jusqu'à présent fort peu étudiée, et cependant le rôle de ces fibres est des plus importants, grâce à leur présence dans tous les organes de la vie végétative.

C'est pour cela que nous croyons utile de nous étendre longuement sur les recherches que nous avons faites sur ce sujet. C'est principalement sur l'intestin que nos expériences ont été entreprises.

Nous indiquerons sommairement comment nous avons habituellement procédé; dans plusieurs circonstances, nous nous sommes contentés d'introduire le tube d'un manomètre à eau dans l'intestin mis à nu et de noter les oscillations qui se produisaient. Ce mode d'observation est assez difficile, les matières intestinales viennent à chaque instant obstruer le tube et s'opposent au fonctionnement régulier de l'appareil. Nous avons alors ajouté au tube du manomètre une ampoule de caoutchouc qui s'appliquait contre les parois intestinales et en traduisait les contractions. Nous étions encore loin d'obtenir des résultats véritablement normaux; le traumatisme violent qui était nécessaire pour placer le tube mettait l'animal dans des conditions pathologiques qu'il fallait éviter. Nous croyons nous être mis complétement à l'abri de ces erreurs, en pratiquant des fistules intestinales dans lesquelles une canule était placée à demeure. Au bout de quelques jours, lorsque l'animal était remis de l'opération, nous introduisions par l'orifice une sonde de gomme munie à son extrémité d'une ampoule de

caoutchouc, et, au besoin, garnie de fils métalliques permettant d'électriser facilement l'intestin (fig. 80). Enfin,

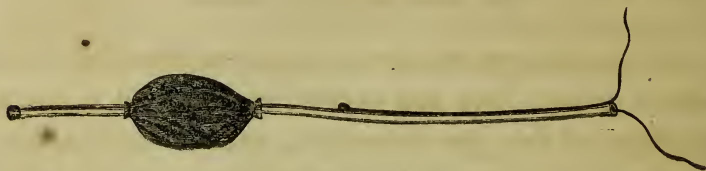


Fig. 80.

pour éviter les modifications que pouvait produire l'adhérence anormale de l'intestin à la paroi abdominale, nous avons établi une fistule gastrique, puis, par cette fistule, on introduisait dans l'estomac un tube de caoutchouc terminé d'un côté par une ampoule et retenu par l'autre extrémité au bouchon de la canule (fig. 81). Après un temps variable, l'ampoule traversait le pylore et s'engageait dans le duodé-



Fig. 81.

num ; l'extrémité du tube était alors mise en communication avec un appareil indicateur, et l'on pouvait noter les contractions normales.

Un simple manomètre à eau suffit pour ces observations ; mais la méthode graphique est bien supérieure ; il suffit pour cela de mettre en communication les tambours avec nos sondes munies de leurs ampoules.

Ces graphiques n'ajoutent rien aux résultats obtenus avec le manomètre, mais ils font comprendre au lecteur, à la simple inspection, ce qu'il faudrait sans cela décrire longuement. Ils ont en outre l'avantage de rendre indis-

cutables les résultats de l'observation et de mettre hors de cause la sincérité ou les illusions de l'observateur.

Ces recherches nous ont également permis de mieux étudier quelques phénomènes physiologiques (Voyez *Journal de l'Anat. et de la Phys.* 1869). En voici les conclusions :

L'inspiration et l'expiration amènent dans l'intestin des changements de tension qui varient avec le mode de respiration.

Les mouvements propres à l'intestin sont de trois sortes : 1° le mouvement péristaltique, qui est le mouvement normal ; 2° le mouvement antipéristaltique ; 3° la contracture.

Chaque contraction péristaltique est caractérisée par un resserrement brusque suivi d'une détente qui dure plus longtemps.

Les mouvements péristaltiques peuvent se passer isolément dans une portion restreinte du tube intestinal.

Après une série de contractions, il y a généralement un repos prolongé.

Les contractions sont plus fréquentes à la partie supérieure du canal intestinal, nous n'en avons jamais trouvé plus de dix-huit par minute.

Les contractions du gros intestin diffèrent de celles de l'intestin grêle par leur amplitude, leur durée et leur forme.

Le graphique de la défécation est tout à fait spécial et rappelle celui que l'on obtient après l'empoisonnement par la strychnine.

Les mouvements de l'estomac n'ont pas la régularité des mouvements intestinaux, ils sont de deux sortes, suivant qu'on les observe au pylore ou dans le grand cul-de-sac.

Le mouvement antipéristaltique ne se combine pas avec le mouvement péristaltique.

Le mouvement péristaltique est dû à l'action des cellules nerveuses des parois intestinales sur les fibres lisses. Ces cellules elles-mêmes peuvent subir l'influence du plexus cœliaque et des centres cérébro-spinaux.

L'arrêt de la circulation artérielle augmente ou détermine les contractions péristaltiques ; l'arrêt du sang dans les veines ne donne rien d'analogue.

Cet état pathologique ne peut servir à l'explication des mouvements normaux.

Électrisation directe de l'intestin.

L'ampoule, dont nous nous servons habituellement, étant introduite par une petite plaie dans une anse intestinale après l'ouverture des parois abdominales, on électrise au-dessus et au-dessous de l'ampoule qui communique avec l'appareil enregistreur. Des courants d'induction assez in- enses appliqués de cette façon ont pour premier résultat d'abolir les contractions péristaltiques ; en outre, on constate aisément que, dans les points où l'on a placé les rhéophores, l y a une vive contraction et un resserrement annulaire; si les rhéophores sont écartés convenablement, de manière à les éloigner également de l'ampoule, il y a un abaissement de tension dans la portion intermédiaire de l'anse. Ainsi, dans ce cas, il y a un resserrement dans les zones qui sont près des pôles; il y a relâchement au contraire vers le milieu de l'anse. Cependant, si le courant est très-puissant, on voit une contracture de l'anse entière ; avec un courant d'induction extrêmement faible, on stimule les contractions péristaltiques.

L'électrisation continue de l'intestin avec huit piles Remak augmente les contractions si le courant est dirigé dans le sens du mouvement; elle les diminue ou les annule, s'il est dirigé en sens inverse, mais alors elle augmente la tension. Un courant intense les abolit, quelle que soit sa direction.

Dans les points où les pôles sont appliqués, il y a en outre une contracture locale qui est plus prononcée autour du pôle.

Cette contracture persiste pendant toute la durée de l'électrisation.

Dans ces divers modes d'excitation de l'intestin, on agit à la fois sur les muscles et sur les éléments nerveux (fibres et cellules nerveuses), de sorte qu'il est assez difficile de reconnaître ce qui appartient en propre à ces divers tissus. Il semble que les courants interrompus et les courants continus intenses font contracter les muscles et annulent l'action des cellules nerveuses; en tous cas, ils arrêtent les contractions péristaltiques.

Pendant que l'anse électrisée cesse de se mouvoir, il est remarquable de voir les anses voisines se contracter plus activement.

Afin de répéter ces expériences en laissant l'intestin à l'abri du contact de l'air, et pour éviter l'emploi du chloroforme que nous donnons toujours aux chiens pour rendre l'opération aussi peu cruelle que possible, nous avons adapté à la sonde qui supporte l'ampoule deux fils métalliques, terminés par un renflement (fig. 80), de façon que l'ampoule fût située entre les deux renflements. Il était possible, avec cet instrument introduit par une fistule, d'électriser l'intestin sans le mettre à nu. Il est néces-

saire que les deux pôles soient assez écartés de l'ampoule pour éviter l'action directe des parois qui se contractent localement. Dans ces expériences, l'ampoule se trouve à une égale distance des pôles négatif et positif. En prenant ces précautions, on voit les courants continus, quelle que soit leur direction, déterminer un abaissement de tension, ou tout au moins un retour au niveau du repos et abolir les contractions en laissant subsister les oscillations dues à la respiration (fig. 82, l'électrisation commence en *a* et cesse en *b*). Si le courant est faible et que l'on prolonge l'électrisation, les contractions peuvent se montrer de nouveau au bout d'un certain temps et malgré la continuation du courant, mais elles sont toujours plus faibles. Dès qu'on cesse l'action électrique, la tension augmente et les contractions reparaissent. Avec les courants interrompus, les résultats sont semblables, à la condition d'écarter encore

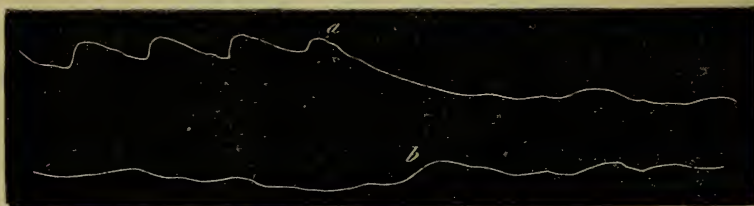


Fig. 82.

plus les pôles de l'ampoule : car, autrement, l'action directe et locale sur les muscles étant alors plus énergique et s'étendant plus loin, le tracé indiquerait une contraction qui est réelle, mais qui n'a lieu que dans les points rapprochés des pôles.

Ce que nous venons d'indiquer se rapporte à l'intestin en activité ; lorsqu'il est immobile, les résultats ne sont pas

tout à fait les mêmes. Au début de l'électrisation par les courants continus, il y a une élévation de tension assez rapide, mais peu considérable, et qui se maintient pendant tout le temps que le courant passe.

Les contractions exagérées qui surviennent après l'arrêt de la circulation sont modifiées par l'électricité, mais à un moindre degré.

Sur un lapin, dont le ventre est ouvert, on lie la portion de mésentère attenante à une anse intestinale. Il se manifeste une ascension énorme et de grandes oscillations. En faisant passer un courant descendant dans cette anse, on obtient un tracé en ligne droite au niveau du repos.

On ne réussit pas toujours aussi nettement lorsque l'intestin est volumineux, sur un chien, par exemple.

Nous avons modifié l'expérience sur un chien en établissant deux fistules sur la même anse intestinale. Ces deux fistules étaient éloignées l'une de l'autre d'environ 3 décimètres. Cette modification nous permettait d'agir sur une plus longue portion d'intestin et donnait des résultats plus satisfaisants. Au bout de quelques jours, l'ampoule était introduite par l'un des orifices, et l'on pouvait électriser l'anse sans chloroforme et sans opération sanglante. Malgré toutes ces précautions, on n'évite pas entièrement la douleur : car l'intestin, dont la sensibilité est obscure, et que l'on peut pincer sans provoquer les cris de l'animal, éprouve néanmoins une impression extrêmement douloureuse lors du passage de l'électricité. Les courants continus surtout donnent aux animaux des angoisses presque aussi pénibles que le pincement des racines postérieures de la moelle. Une fois l'ampoule introduite par une des fistules dans le sens du trajet des matières et à une profondeur de

1 décimètre environ, de façon à ne pas atteindre le milieu de l'anse en expérience, les courants d'induction appliqués de l'une à l'autre fistule amenaient une diminution de tension lorsque l'ampoule était profondément enfoncée, et une augmentation énorme lorsqu'elle était près d'un des orifices. Nous avions donc des résultats parfaitement comparables à ceux que nous avions observés sur l'intestin mis à nu.

L'emploi des courants continus nous a conduits à quelques faits intéressants. Il y avait élévation de la tension lorsque le pôle négatif se trouvait du côté de l'ampoule, et abaissement quand c'était le pôle positif (fig. 83 *a*). Dans la

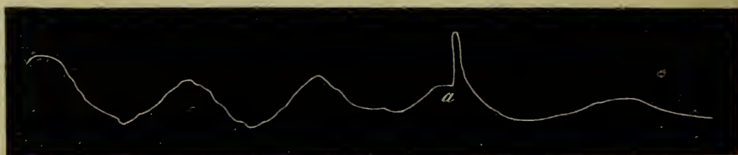


Fig. 83.

figure 83, le pôle positif est du côté du sachet, on électrise en *a*. De sorte qu'on pourrait croire tout d'abord que, du côté du pôle positif, il y avait un affaiblissement de la contraction, et, au contraire, une augmentation du côté du pôle négatif; mais il faut remarquer que l'ampoule était introduite dans le sens des mouvements péristaltiques par la fistule supérieure, et l'on pouvait tout aussi bien conclure que le courant qui se dirigeait dans le sens des contractions normales abaissait la tension, et que le courant contraire l'augmentait. Nous verrons bientôt que telle est, en effet, dans ce cas, la cause des changements de pression.

Toutes ces recherches sur l'action directe de l'électricité

s'appliquent aussi bien au gros intestin qu'à l'intestin grêle, et il est inutile d'indiquer séparément des résultats qui sont identiques. Nous citerons seulement une expérience assez remarquable sur le gros intestin.

Après un lavement salé, un chien présentait de magnifiques contractions du gros intestin ; le courant descendant et le courant ascendant les faisaient également disparaître.

Influence du courant électrique dirigé de la tête à la fistule intestinale, et de la fistule au rectum.

Avant de passer à l'excitation artificielle et isolée des nerfs qui se rendent à l'intestin, nous donnerons les résultats obtenus en plaçant un des pôles dans la fistule intestinale, et l'autre tantôt au rectum, tantôt dans la gueule de l'animal. Cette façon de procéder est un peu grossière, et l'on ne saurait y démêler ce qui revient à tel ou tel nerf ou aux ganglions, ou même au système nerveux central; mais il nous a semblé utile d'insister sur ces expériences, qui pourraient conduire à des résultats pratiques, car il est toujours possible d'appliquer les courants électriques aux intestins de l'homme à travers les parois abdominales.

Les courants interrompus employés ainsi ne donnent pas des résultats concluants, à cause des contractions des parois abdominales qui amènent à chaque instant des changements de pression énormes. Nous verrons ce que l'électrisation isolée du nerf vague et du splanchnique nous apprendra à cet égard.

Les courants continus n'ont pas cet inconvénient et méritent d'être étudiés.

Électrisation continue de la gueule à la fistule.

Si l'on place le pôle positif dans la fistule intestinale et le pôle négatif dans la gueule, l'ampoule se trouvant à 1 décimètre de l'orifice de la fistule, les contractions cessent et la tension augmente pendant tout le temps de l'influx électrique. Dès qu'on arrête le courant, il y a abaissement de la tension, et les contractions reparaissent peu à peu (fig. 84, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*).

Lorsqu'on opère sur un intestin au repos, on observe les mêmes particularités pour la tension. Quant aux contractions péristaltiques, elles manquent après comme avant l'électrisation.

En changeant la direction du courant, le pôle positif étant dans la gueule et le pôle négatif dans la fistule, on produit un effet tout contraire; on a bien, au moment de la fermeture du circuit, une ascension brusque qu'il faut attribuer à la contraction des parois abdominales, mais presque immédiatement la tension baisse et arrive souvent au-dessous du niveau normal, puis on a une ligne droite ou accidentée par la respiration. Au moment où l'on cesse d'électriser, il y a ascension. Le niveau s'élève et les contractions reparaissent (fig. 85, on électrise en *a*, on cesse en *b*).

Lorsque l'expérience se fait sur un intestin immobile, il y a une augmentation de tension qui persiste; puis, en cessant le courant, il y a de nouveau une ascension, mais elle est faible; le niveau se maintient quelque temps, puis il baisse. Il ne survient point de contractions péristaltiques (fig. 86, on électrise en *a*, on cesse en *b*).

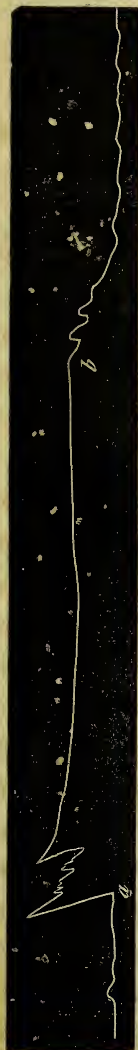


Fig. 84.



Fig. 85.

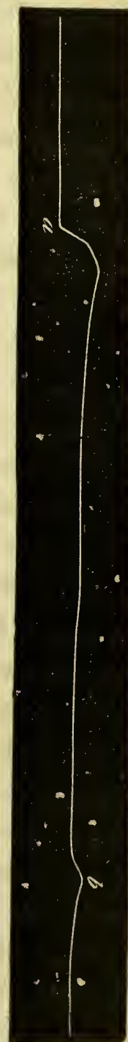


Fig. 86.

Courants continus de la fistule au rectum.

Nous ne répéterons plus ce que nous avons déjà dit de la part que l'on doit attribuer, dans ce genre d'observation, aux contractions des parois abdominales. Ces contractions ne deviennent gênantes pour l'observateur que chez quelques animaux indociles.

Sur la plupart des chiens, surtout les chiens de berger et les terriers, qui résistent à la douleur et ne poussent pas de cris, la contraction des parois abdominales n'intervient qu'au début et à la fin de l'électrisation; souvent même, si le courant est assez faible, on obtient simplement le mouvement de l'intestin.

Le pôle positif étant placé dans le rectum et le négatif dans la fistule intestinale, on observe une diminution et parfois un arrêt complet des mouvements péristaltiques; en même temps la tension augmente, quelquefois cependant elle est fort peu augmentée; en tout cas, elle ne fait jamais descendre l'aiguille au-dessous du niveau normal (fig. 87). Nous avons choisi précisément un des graphiques qui montrent l'arrêt des mouvements péristaltiques et le retour vers le niveau normal (on électrise au point *a*, on cesse au point *b*). Lorsqu'on cesse l'électrisation *b*, il y a une augmentation de la tension; les contractions spontanées ne tardent pas alors à reparaître, et elles deviennent bientôt plus fortes qu'avant l'électrisation. Avec le pôle positif dans la fistule et le négatif dans le rectum, il y a diminution et quelquefois arrêt des contractions spontanées et abaissement de la tension. Souvent le tracé descendait au-dessous du niveau normal et formait une ligne droite quand la respi-

ration était peu active, ou une ligne accidentée s'il y avait



Fig. 87.



Fig. 88.

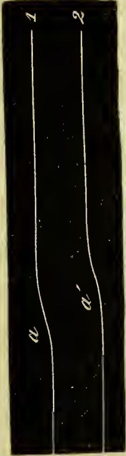


Fig. 89.

de violents efforts respiratoires. Presque toujours, à l'ouverture et à la fermeture du circuit, il y a une élévation momentanée due à la contraction des parois abdominales (fig. 88 ; l'ampoule est dans le duodénum, on place en *a* le pôle positif dans une fistule stomacale, et le pôle négatif dans le rectum, on cesse en *b*). Dans le cas assez fréquent où l'on rencontre un intestin immobile, l'électrisation de la fistule au rectum, quel que soit le sens du courant, produit un phénomène tout différent, la tension devient plus forte, mais les contractions n'apparaissent point ; le tracé donne toujours une ligne droite ; seulement le niveau est plus élevé (fig. 89). Dans le tracé 1, le pôle négatif est dans la fistule ; dans le tracé 2, c'est le pôle positif ; on électrise en *a a'*. Rappelons ici que nous employons toujours la même intensité électrique (12 piles Remak). On remarquera que l'élévation n'est pas brusque ; elle se fait lentement, puis, arrivée à son apogée, elle se maintient tant que passe le courant.

On voit que, pour toutes ces excitations portées sur l'intestin, l'effet produit diffère énormément suivant l'état d'activité ou de repos de l'intestin ; c'est après de nombreux essais que l'on peut s'expliquer les résultats contradictoires en apparence, et éliminer tout ce qui complique l'expérience (respiration, efforts, etc.).

Si l'on compare les tracés obtenus par l'électrisation de la fistule à la gueule de l'animal, et de la fistule au rectum, on voit d'abord que les contractions péristaltiques diminuent ou cessent ; en outre, dans le premier cas, le pôle positif dans la fistule fait augmenter la tension, et le pôle négatif la fait baisser ; dans le second cas, c'est le contraire.

Il n'y a donc pas, comme nous l'avions cru d'abord, un des pôles qui a le pouvoir de faire contracter et l'autre de laisser l'intestin se distendre. Quelle est donc la cause de cette différence d'action? Nous pensons qu'il faut la chercher dans les rapports du sens du courant électrique avec le sens des contractions péristaltiques. On sait que le courant se dirige du pôle positif au pôle négatif; chaque fois que l'électricité marche suivant la direction naturelle du mouvement péristaltique, on a un abaissement de tension, et par conséquent une dilatation de l'intestin; si le courant est dans le sens contraire, il y a augmentation de la tension. On peut rapprocher ces faits de ce que nous avons vu dans l'électrisation d'une anse intestinale munie de deux fistules, il y a concordance parfaite.

Peut-être n'est-ce pas là un caractère spécial à l'électrisation de l'intestin, mais une loi pour tous les canaux doués de mouvements péristaltiques. Quoi qu'il en soit, nous avons vu que la direction des courants a, sur les artérioles, une influence semblable : lorsque l'électricité marche suivant la direction du cours du sang, il y a dilatation des vaisseaux ; le courant opposé produit la contracture.

On doit éviter de donner du chloroforme aux animaux pendant l'électrisation; le chloroforme n'arrête pas aussi rapidement les mouvements des muscles de la vie organique que ceux des muscles striés, mais son influence est incontestable, et il ralentit ou arrête les contractions des muscles lisses de l'intestin et de l'estomac ; il est sous-entendu que l'anesthésie, poussée jusqu'à l'arrêt des battements du cœur, provoque au contraire des mouvements exagérés.

En est-il de même pour tous les organes constitués par des fibres lisses, pour l'utérus par exemple? On sait que

l'anesthésie est à la mode dans les accouchements. Sans insister sur ce sujet, qui nous occupera dans un autre travail, nous pouvons dire que l'anesthésie complète et prolongée diminue les contractions utérines.

Electrisation de la moelle.

Le plus souvent, au lieu d'électriser directement la moelle, nous placions un des pôles dans la gueule de l'animal et l'autre dans le rectum. L'action des courants interrompus, appliqués ainsi, ressemble beaucoup à ce que l'on observe en électrisant seulement le pneumogastrique, aussi nous en parlerons plus tard en étudiant les effets de l'électricité sur ce nerf. Quant aux courants continus, voici ce que nous avons remarqué : la direction du courant importe peu ; dès que l'on ferme le circuit, les contractions péristaltiques sont

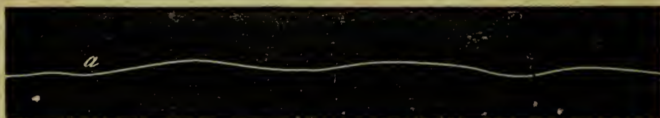


Fig. 90.

activées si elles existaient au moment de l'expérience, elles apparaissent même quand l'intestin est d'abord immobile (fig. 90). Ce graphique représente les contractions de l'intestin grêle du lapin sous l'influence de l'électrisation continue de la moelle; avant l'électrisation, il y avait à peine quelques ondulations (on électrise au point *a*). Au bout de fort peu de temps, les contractions cessent pour recommencer légèrement lorsqu'on cesse l'électrisation. Il semble que c'est l'excitation momentanée produite par l'entrée et

la sortie du courant qui amène quelques mouvements, la prolongation de l'expérience les fait cesser. Le gros intestin est influencé de la même manière. Ajoutons que ces expériences ne donnent pas toujours des résultats constants, il st des cas où l'on n'obtient rien, et d'autres où le phénomène est bien marqué; ces différences doivent tenir à plusieurs causes, et surtout à la vacuité de l'intestin ou à une contracture accidentelle due à l'opération elle-même lorsqu'on ouvre le ventre.

Les courants continus, appliqués sur l'estomac ou dirigés de la tête à l'estomac, ou encore de l'estomac au rectum, nous ont donné peu de résultats positifs en ce qui touche les contractions stomacales. Quelquefois ils arrêtent les mouvements, mais ils ne nous ont jamais montré une accélération de ces mouvements. Ce qu'il est bon de noter, quoique le fait s'éloigne un peu de notre sujet, c'est la sécrétion abondante qui se produit dans l'estomac dès que les courants agissent; nous n'avons pas fait de digestions artificielles avec le liquide sécrété, qui est manifestement acide, et nous ne pouvons affirmer son analogie complète avec du suc gastrique normal; cette hypothèse est pourtant fort probable.

Electrisation des nerfs splanchniques.

On ne peut songer à électriser ces nerfs dans le thorax, la mort de l'animal survient trop rapidement, et les fonctions du cœur cessent de suite de s'accomplir régulièrement, de sorte que l'on pourrait attribuer à l'excitation nerveuse ce qui revient à la gêne circulatoire, dont le premier effet, comme on le sait, est d'exagérer les contractions

intestinales. Il faut donc de toute nécessité électriser le splanchnique entre les ganglions et le diaphragme, et c'est une manœuvre qui présente quelques difficultés ; elle ne peut se faire qu'après un traumatisme violent, et en refoulant les intestins qui gênent pour la recherche du nerf. On est donc dans de mauvaises conditions pour observer ce qui se passe ; nous sommes arrivés cependant à des résultats assez nets, et nous croyons ne pas nous éloigner de la vérité. Dans nos expériences, les rhéophores étaient placés l'un au-dessus des ganglions, l'autre plus haut, vers le diaphragme. Nos recherches n'ont été faites qu'à gauche ; à droite, l'expérience est encore plus laborieuse.

Les courants interrompus sur le splanchnique amènent toujours une élévation lente de l'aiguille indicatrice sans oscillations. Cette modification se traduit par le tracé suivant (fig. 91, on électrise en *a*). Il y a donc une contraction lente des parois abdominales sans mouvement péristaltique.

Jamais de cette façon nous n'avons obtenu un abaissement de tension, il y a une contraction uniforme et progressive des parois.

Les courants continus agissent d'une autre façon ; dans quelques cas (c'est surtout lorsque l'animal est épuisé ou s'il est à jeun), ils amènent au moment de la fermeture du circuit une élévation de tension peu prononcée, qui n'augmente pas progressivement comme avec les courants interrompus et qui reste stationnaire. Le plus souvent on provoque, surtout avec le courant descendant, de belles contractions péristaltiques, même sur un intestin complétement immobile (fig. 92, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*). Ces contractions s'arrêtent si l'on met fin à l'excitation électrique, il faut remarquer qu'elles ne débutent

pas dès la fermeture du circuit, mais peu de temps après; en même temps, le niveau est plus élevé, de sorte qu'il y a



Fig. 91.



Fig. 92.

également augmentation de tension. Dès que l'on cesse d'électriser, la tension baisse peu à peu et les intestins repren-

nent leur immobilité. Les phénomènes du même ordre sont encore plus marqués si, au lieu de mettre l'un des pôles près du premier ganglion, on le place sur le ganglion lui-même.

Électrisation des plexus nerveux et des nerfs mésentériques.

Commençons d'abord par les courants interrompus ; leur action est à peu près la même, que l'on mette un des pôles sur le plexus et l'autre sur le mésentère (fig. 93, on électrise au



Fig. 93.

point *a*) ou les deux pôles sur le mésentère. Dans ce cas pourtant, on agit plus près de l'intestin et dans une portion limitée, et l'effet est plus énergique (fig. 94, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*).

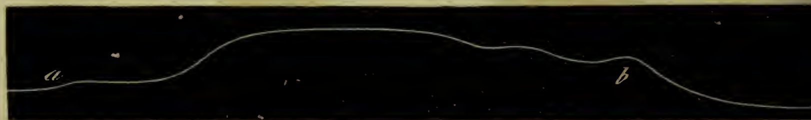


Fig. 94.

On voit que dans les deux tracés on obtient une augmentation de tension qui se maintient tant que passe le courant, et cesse immédiatement après. Il nous a semblé quelquefois, lorsque le courant d'induction était très-faible, qu'il y avait de légers mouvements péristaltiques, mais en tout cas c'est exceptionnel, et il se peut même que le fait soit dû au passage inégal de l'électricité. Ces mouvements

péristaltiques sont au contraire manifestes lorsqu'on fait passer des ganglions aux nerfs mésentériques ou sur les nerfs mésentériques seuls un courant continu, surtout un courant descendant. Le courant ascendant produit un effet analogue sur les nerfs mésentériques, mais moins marqué, c'est peut-être dans ce cas par une sorte d'action réflexe sur les ganglions. On peut voir un exemple du courant descendant sur les nerfs du mésentère (fig. 95, on électrise en *a*, on cesse en *b*). Les oscillations péri-



Fig. 95.

staltiques apparaissent peu de temps après la fermeture du circuit, continuent encore quelque temps après l'arrêt de l'excitation électrique, puis disparaissent de nouveau, à moins que les mouvements de l'intestin n'existent avant l'électrisation; dans ce cas, les courants interrompus les abolissent en augmentant la tension, et les courants continus les exagèrent.

Il ne faut pas s'attendre à voir survenir des contractions dans tous les cas; lorsque l'intestin est vide, on ne les obtient pas; il est évident que la présence d'un contenu est indispensable à la manifestation de la contraction péristaltique, de même que la présence du sang est nécessaire pour la mise en activité des muscles vasculaires. La plupart des différences dans les résultats obtenus tiennent à l'état de réplétion ou de vacuité de l'intestin.

Dans les cas où il est impossible de réveiller l'action pé-

ristaltique, les courants continus amènent une contraction spasmodique qui agit sur l'ampoule et détermine dans celle-ci une augmentation de tension qui persiste pendant le passage de l'électricité et cesse progressivement ensuite (fig. 96 on électrise au point *a*, on cesse en *b*).

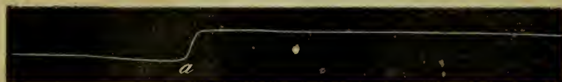


Fig. 96.

Alors même que l'intestin après la mort cesse d'être excitable par tous les moyens même directs, il se contracte encore lorsqu'on électrise les nerfs mésentériques, la figure 96 en est un exemple ; ce tracé a été pris avec l'intestin grêle d'un chien mort depuis quelque temps; l'électrisation du splanchnique et du pneumogastrique ne donnait rien, l'électrisation de l'intestin lui-même ne donnait presque rien, les courants interrompus sur les nerfs mésentériques ne produisaient pas plus d'effet, mais les courants descendants sur ces nerfs déterminaient encore une contraction



Fig. 97.

assez forte. On remarquera qu'ici, comme dans le cas de vacuité de l'intestin, la tension augmente sans mouvement péristaltique. Nous avons réussi, en plaçant l'un des pôles du courant continu sur les plexus nerveux et l'autre dans le rectum, à faire apparaître les contractions péristaltiques de l'intestin (fig. 97, on électrise en *a*).

Électrisation du pneumogastrique.

Tous les expérimentateurs ont déclaré que l'électrisation du pneumogastrique n'amenait aucune modification dans les mouvements de l'intestin, et, en effet, si l'on se contente d'observer le tube intestinal pendant l'électrisation, on ne remarque pas de changement notable ; mais à l'aide de notre méthode d'investigation nous avons trouvé un phénomène très-net et digne d'intérêt. On savait que la faradisation du pneumogastrique déterminait un arrêt du cœur en diastole et un arrêt de la respiration en inspiration; nous montrerons qu'elle arrête également la contraction intestinale dans un état analogue à la diastole du cœur et à l'inspiration thoracique, c'est-à-dire que l'intestin est dilaté et qu'il se produit un abaissement de tension considérable.

Nos premières expériences ont été faites en électrisant le pneumogastrique au cou, sur des chiens porteurs de fistules intestinales, et par conséquent sans ouvrir le ventre (fig. 98). De cette façon, les efforts respiratoires et les cris compliquent les résultats, et sur le graphique on voit des oscillations très-rapides et très-accentuées dès que l'on établit le courant en *a*. Malgré tout, la tension diminue promptement et le niveau du tracé s'abaisse. Lorsqu'on arrête le courant en *b*, il y a de nouveau quelques oscillations dues aux efforts, puis la tension augmente et devient telle qu'elle était au point de départ.

Si l'on répète cette expérience sur un lapin, il y a moins de cris et d'agitation (fig. 99) ; le résultat est le même sur le chien. Nous n'avons pas isolé le pneumogastrique du nerf sympathique, ce qui, du reste, n'est pas facile à exécuter,

et nous agissions sur les deux troncs nerveux réunis; mais, sur le lapin, l'électricité n'était appliquée que sur le pneumogastrique. Il était important de constater que les effets

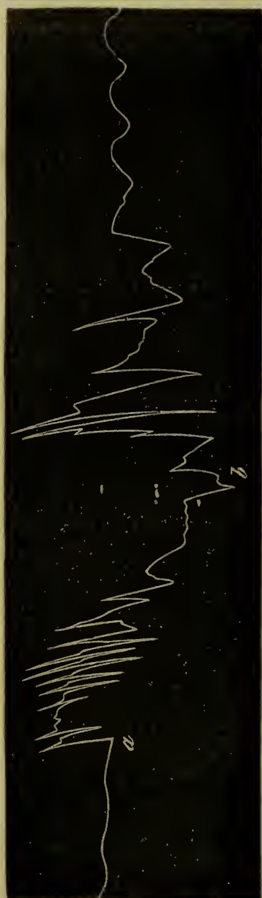


Fig. 98.



Fig. 99.

produits étaient réellement dus au nerf vague et non au sympathique.

Restait une objection à détruire : nous avons vu dans la première partie que la respiration influençait puissamment

la tension intestinale ; nos résultats étaient-ils simplement dus à la respiration ? C'était peu probable, attendu que l'irritation du pneumogastrique provoque une inspiration forcée et permanente ; cependant nous avons remarqué que chez les animaux qui respirent surtout par le thorax, comme chez les chiens, l'abaissement de tension intestinale coïncidait avec l'inspiration. Nous avons alors répété l'expérience sur des animaux dont le ventre était ouvert, et, les intestins soustraits à l'influence de la respiration, le phénomène a été encore plus évident (fig. 100); ce graphique a été pris



FIG. 100.

avec l'intestin grêle d'un chien. On voit qu'ici la descente ne se fait pas progressivement, comme lorsque la respiration vient contrarier les résultats ; elle est brusque, et dès qu'on électrise (au point *a*), la tension baisse subitement et conserve le niveau acquis. Quelquefois après la descente brusque l'aiguille remonte légèrement tout en conservant un niveau inférieur au niveau primitif. Souvent, lorsqu'on cesse, il y a avant la montée une nouvelle petite descente fort rapide.

L'expérience répétée un grand nombre de fois a réussi presque constamment ; il est des cas rares cependant où l'on n'obtient pas l'abaissement de la tension. On conçoit en effet que si l'on a affaire à un intestin paralysé par l'ouverture du ventre ou en état de repos absolu, le calibre, étant aussi considérable que le permet l'élasticité, ne pourra être augmenté d'aucune façon, c'est ce qui arrive quelque-

fois ; il est à noter également que si l'on répète à plusieurs reprises l'expérience pendant la même séance on n'obtient plus le même résultat à la fin, peut-être à cause de la dilatation permanente de l'intestin qui ne peut dépasser certaines limites, peut-être aussi à cause de l'épuisement du nerf. L'électrisation du nerf au-dessous du diaphragme produit le même effet qu'au cou.

Si l'on prolonge l'action de l'électricité sur le pneumogastrique, on voit, après l'abaissement de tension ordinaire, survenir des ondulations très-marquées et la tension augmenter. On croirait tout d'abord (et c'était notre première impression) qu'une activité plus grande de l'intestin succède à la dépression; il n'en est rien, ce qui se produit alors est causé par l'arrêt du cœur sous l'influence de la galvanisation ; si l'on a soin de lier l'aorte abdominale avant de procéder à l'expérience, et si l'on attend que les contractions provoquées par l'anémie se soient déclarées, la galvanisation du pneumogastrique produit un abaissement de tension, moins marqué il est vrai ; mais, si l'on prolonge l'électrisation, il n'y a pas augmentation des contractions.

On réussit assez bien à montrer le phénomène que nous étudions ici sans mettre le nerf vague à découvert. La figure 101 a été obtenue en introduisant l'ampoule dans la fistule intestinale d'un chien et en faradisant le cou dans la région du nerf sur la peau préalablement rasée. L'abaissement de tension est évident dès qu'on électrise en *a*, et, à l'interruption du courant en *b*, la ligne du tracé remonte et reprend le niveau primitif.

Il nous avait semblé d'abord qu'il y avait une différence d'action, suivant qu'on électrisait le nerf vague gauche ou droit. A droite, l'effet dépressif nous paraissait plus marqué;

et nous acceptions ce résultat, d'autant plus volontiers qu'il concordait avec la distribution différente du nerf à gauche



Fig. 101.



Fig. 102.

et à droite, le pneumogastrique droit se jetant dans le ganglion semi-lunaire. Nous nous sommes convaincus ensuite

que nous étions dans l'erreur et que les deux pneumogastriques agissaient de la même façon.

Restait à savoir si la galvanisation du pneumogastrique influençait directement l'intestin où si nous avions affaire à une action réflexe. Pour nous en assurer, nous avons coupé ce nerf au cou, et nous avons successivement agi sur le bout supérieur et sur le bout inférieur. L'électrisation du bout inférieur n'amenait aucun changement du côté de l'intestin grêle et du gros intestin, mais l'électrisation du bout supérieur provoquait immédiatement l'arrêt des contractions et l'abaissement de tension, comme lorsqu'on faradise le nerf vague sans le sectionner. C'est donc bien une action réflexe qui produit le phénomène. Comment et par quelle voie s'opère cette action réflexe? Il est permis de supposer que le pneumogastrique, jouant vis-à-vis de l'intestin le rôle de nerf sensitif, transmet la sensation au bulbe et aux cellules nerveuses de la moelle qui donnent naissance au grand sympathique; mais cette interprétation n'explique pas la dilatation de l'intestin. On est accoutumé à voir une action réflexe un peu vive mettre les muscles en activité, et ici elle les met au repos. L'hypothèse d'une dilatation active ne saurait satisfaire l'esprit, et une interprétation rigoureuse de ce fait est fort difficile à donner. Il est probable que les ganglions du grand sympathique ne sont pas étrangers au phénomène, non pas seulement les gros ganglions du plexus cœliaque, mais les ganglions unicellulaires de l'intestin; il ne répugne pas d'admettre qu'une vive excitation transmise par la moelle à ces éléments nerveux leur communique un ébranlement, une sorte de saisissement qui suspend leurs fonctions ordinaires. La même interprétation pourrait s'appliquer aux arrêts fonctionnels provoqués par une vive exci-

tation, tels que l'on en observe sur d'autres organes, le cœur, par exemple.

Les courants interrompus, appliqués aux pneumogastriques, donnent pour le gros intestin les mêmes résultats que pour l'intestin grêle (fig. 102, on électrise au point *a*, on cesse en *b*), et comme ici la tunique musculeuse est plus développée, la descente, au moment du passage du courant, et l'ascension, lorsqu'on cesse, sont très-marquées. Ainsi, ce dernier tracé est pris sur le gros intestin d'un lapin, dont le ventre a été d'abord ouvert, et le phénomène est aussi net que lorsqu'on expérimente sur l'intestin grêle d'un chien.

Influence de la faradisation du pneumogastrique sur l'estomac.

Les courants d'induction produisent ici un résultat contraire à celui que nous avons indiqué pour l'intestin grêle ; la faradisation du nerf vague fait contracter l'estomac (fig. 103, on électrise au point *a*, on cesse au point *b*). Ce



FIG. 103.

graphique a été pris en plaçant une ampoule dans l'estomac d'un lapin, dont le ventre était ouvert. Le fait avait du reste été constaté par la plupart des physiologistes, et M. Longet l'attribue aux filets du sympathique contenus dans le vague. Il est singulier de voir cette différence d'action du pneumogastrique sur l'intestin et sur l'estomac, et on ne peut l'expliquer que par la distribution différente du nerf

qui se rend directement dans l'estomac sans l'intérmédiaire des ganglions du plexus cœliaque.

De plus, ici, ce n'est pas une action réflexe qui fait contracter ce viscère, c'est une action directe; après la section du pneumogastrique droit ou gauche (l'action est la même), la faradisation du bout supérieur ne donne rien, tandis que celle du bout inférieur amène une contraction. L'estomac et l'intestin sont donc influencés bien différemment par l'excitation du nerf vague.

Courants continus sur le pneumogastrique.

Les courants continus sont loin d'agir aussi activement que les interrompus. Le courant descendant semble ne rien changer aux mouvements des parois intestinales, le courant ascendant provoque quelquefois un abaissement de tension comme les interrompus, mais cet abaissement est peu marqué (fig. 104, on électrise en *a*), et si l'intensité électrique est faible, on ne l'observe pas.



FIG. 104.

Si les courants continus appliqués au pneumogastrique ont bien peu d'influence sur l'intestin, ils en ont une évidente sur les contractions de l'estomac, qui sont suspendues dès que l'électricité agit soit à droite soit à gauche, en employant le courant descendant. Nous avons vu plusieurs fois, chez des chiens et des lapins, l'estomac cesser ainsi complétement ses mouvements. On remarquera l'effet opposé produit par des courants continus et les courants d'in-

duction, ces derniers faisant contracter fortement l'estomac et excitant même des vomissements, les autres amenant une détente. Si l'on emploie l'électrisation continue sur le bout inférieur du nerf sectionné, on voit que le courant ascendant ne produit rien, et que le courant descendant amène une cessation immédiate des contractions; si l'estomac était immobile, il y a une légère contraction, puis immobilité.

Pour le bout supérieur, le phénomène est assez variable; généralement le courant descendant ne produit rien, et l'ascendant provoque une contraction.

Sur un chien, dont l'estomac était à découvert, nous pouvions à volonté exciter les vomissements ou les arrêter, suivant l'emploi des appareils d'induction ou des piles Remak, et il est possible que les courants continus employés méthodiquement dans les cas de vomissements incoërcibles dus à la grossesse ou à une affection nerveuse arrêtent ces accidents qui sont rebelles à la thérapeutique. Si cet heureux résultat est obtenu, comme nous en sommes persuadés, il ira grossir encore le nombre des données positives en thérapeutique dues uniquement à l'expérimentation sur les animaux (1).

A côté des effets produits par l'excitation électrique, il est intéressant de comparer l'action de quelques autres agents.

(1) Nous avons également étudié l'influence du froid, des purgatifs, de l'atropine, de la morphine, etc. Voici le résumé de ces recherches :

L'eau glacée arrête les mouvements péristaltiques en donnant de la contracture, l'eau chaude active les mouvements.

L'eau, chargée de chlorure de sodiun, augmente l'énergie des mouvements.

L'huile de croton détermine des contractions qui s'ajoutent à la con-

Excitation de l'intestin par pincement.

Il semble tout naturel d'admettre qu'une excitation directe de l'intestin produit une contraction et une augmentation de tension, et c'est bien ce qui se montre à un certain moment; mais si l'on examine plus scrupuleusement, on voit que la contraction est le phénomène terminal; il y a un phénomène initial qui peut passer inaperçu et qui n'a pas encore été remarqué, probablement à cause de son instantanéité. Quand on excite rapidement soit la surface muqueuse, soit la surface séreuse, la tension baisse brusquement pour se relever ensuite et devenir plus forte qu'avant l'expérience. Nous avons souvent répété cette observation, tantôt sur l'intestin grêle, tantôt sur le gros intestin et l'estomac.

Dans la figure 105, on peut voir au point A l'effet de

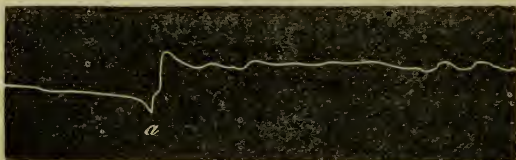


Fig. 105.

l'excitation de la surface séreuse de l'estomac; avec une pince très-fine on a saisi une portion des parois au niveau

tracture pour chasser les matières ; l'ipécacuanha agit d'une façon analogue.

Les purgatifs salins n'augmentent pas l'énergie des contractions.

L'atropine à faible dose augmente les mouvements péristaltiques et les abolit à forte dose.

La morphine ralentit les contractions sans les abolir.

Le strychnine, à dose toxique, détermine de la contracture avec paroxysmes lorsqu'il y a des convulsions générales.

du sachet, on a serré rapidement, puis on a cessé de suite; un abaissement immédiat survient, et ensuite la tension augmente et se maintient élevée.

Dans la figure 106, on a agi sur la muqueuse de l'estomac d'un chien en profitant d'une fistule gastrique. On a introduit l'ampoule dont nous nous servons habituellement, et pendant qu'on enregistrait le tracé, on a brusquement changé sa place en froissant la muqueuse; il y a également,

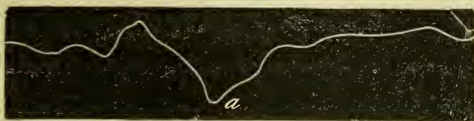


Fig. 106.

au moment même, dans le point A, une rapide descente suivie d'une ascension. On pourrait objecter ici que l'ampoule se trouvait d'abord comprimée, et qu'en changeant sa place on a pu la mettre dans une portion de la cavité stomacale où la pression était moindre; mais on arrive au même résultat sans changer de place en lui faisant exécuter un mouvement de rotation. Au reste, pour l'intestin grêle, l'ampoule remplit la cavité; on peut même la disposer de façon qu'elle distende légèrement les parois, et malgré cela un abaissement de tension instantanée se produit dès qu'on la tire brusquement; lorsqu'on la pousse, on réussit également quelquefois, mais le plus souvent il se fait un tassement qui s'oppose à la manifestation du relâchement des parois et l'on a de suite l'augmentation de pression.

Dans un cas où l'animal (c'était un chat) était profondément endormi par le chloroforme, l'abaissement de la tension à la suite du pincement se prolongeait plus que de coutume.

Les excitations mécaniques ne sont pas seules aptes à produire cette singulière action ; l'injection brusque d'un liquide irritant amène un résultat analogue. La figure 107



FIG. 107.

montre les effets d'une injection d'alcool dans une fistule intestinale (l'injection a lieu en *a*). L'eau, et même l'eau à 0°, fait au premier moment baisser la tension si elle est injectée rapidement, puis, comme dans les cas précédents, survient une contraction énergique.

Résumé de l'influence des courants électriques sur les mouvements de l'intestin.

Les courants d'induction appliqués directement aux intestins donnent une contracture au niveau des pôles ; entre les pôles, il y a relâchement des parois.

Les courants continus abolissent les mouvements péristaltiques et amènent une diminution de tension si le courant suit la direction normale des mouvements, ou une augmentation si le courant va en sens contraire.

L'électrisation de la moelle par les courants continus augmente notablement les contractions péristaltiques au moment de leur application.

Les courants d'induction sur les splanchniques font augmenter progressivement la tension sans déterminer des mouvements péristaltiques.

Les courants continus sur les splanchniques donnent lieu à des contractions péristaltiques.

L'électricité, portée sur les plexus nerveux et les nerfs mésentériques, produit des effets analogues.

Les courants interrompus sur les pneumogastriques causent une dilatation de l'intestin et son immobilité ; ce phénomène a lieu par action réflexe. Ils amènent au contraire directement la contraction de l'estomac.

Les courants continus modérés sur les pneumogastriques agissent peu sur l'intestin, ils arrêtent les contractions normales ou pathologiques de l'estomac.

DE LA CONTRACTION DES MUSCLES DE LA VIE VÉGÉTATIVE.

Les muscles lisses ont quelques caractères communs avec les muscles striés ; mais tout en reconnaissant que les propriétés générales sont les mêmes, on doit ajouter que la manifestation de ces propriétés diffère notablement.

Personne n'ignore combien les fibres-cellules sont répandues dans l'organisme ; elles y sont véritablement à l'état de diffusion. En effet, outre les points où elles forment de véritables masses musculaires (utérus, vessie, intestins), on trouve dans les diverses régions du corps des faisceaux et même des éléments isolés ; il est peu de tissus ou d'organes qui en soient dépourvus : ceux même qui semblent ne point en avoir en contiennent accessoirement, à cause des vaisseaux dont la tunique musculaire est si riche en fibres lisses. Ces muscles produisent à tous moments une infinité de mouvements dont nous n'avons pas conscience ; la somme de ces mouvements qui sont incessants constitue une force considérable et doit être prise en sérieuse considération

dans l'étude de la production de la chaleur et la dénutrition. Alors même que l'organisme semble dans un repos absolu, pendant le sommeil par exemple, les vaisseaux, les conduits glandulaires, l'estomac, les intestins continuent leurs contractions, il y a là un travail continuel s'opérant sans le concours de la volonté. En effet, chez l'homme aucun muscle lisse n'obéit à la volonté, tandis que les mouvements des muscles striés peuvent être volontaires ou involontaires, comme ceux du cœur, du diaphragme.

Généralités.

Quelle que soit la disposition des fibres lisses, qu'elles forment des faisceaux isolés, des masses épaisses, ou qu'elles soient disposées en nappe, on ne trouve pas de véritables insertions nettement délimitées comme pour les muscles striés. Si elles sont plongées dans l'épaisseur des tissus, le derme par exemple, leur contraction agit sur ces tissus en les condensant, sans que le mouvement soit dirigé dans un sens plutôt que dans un autre ; c'est ainsi que le dartos se resserre, que la rate diminue de volume.

Dans les organes en forme de poches dont les parois renferment des fibres lisses, la contraction a pour but de chasser les matières contenues avec plus ou moins de force, suivant l'épaisseur des couches musculaires. Ici le mécanisme est plus compliqué : il faut d'abord que la cavité puisse se remplir, et pour cela l'orifice qui sert au déversement doit rester fermé; aussi, au niveau de cet orifice, les muscles sont généralement plus épais et forment une masse annulaire qui, par sa tonicité, empêche la sortie des liquides ou des solides.

Lorsque la distension dépasse certaines limites variables pour chaque organe, lorsqu'une irritation accidentelle atteint la muqueuse, et surtout lorsque l'orifice de sortie est tiraillé par le gonflement de la poche, la contraction survient. Il est remarquable que presque toujours c'est une irritation qui se passe en dehors et même fort loin de la cavité qui provoque l'action réflexe et l'évacuation. A la vessie, c'est au col et dans la portion membraneuse de l'urèthre que se trouve le siége de cette irritation. La vessie étant pleine, la tension des fibres musculaires et surtout du tissu élastique ne pouvant plus augmenter, il y a besoin d'uriner; si ce besoin n'est pas satisfait, le col cède et laisse passer quelques gouttes d'urine qui déterminent de suite un spasme des muscles du périnée. La contraction de la vessie cesse devant cette résistance pour recommencer quelque temps après. Évidemment la muqueuse vésicale peut, lorsqu'elle est irritée, déterminer également la contraction; de même l'impression du froid qui s'oppose à la dilatation rend plus fréquent et plus impérieux les besoins d'uriner : le col cède alors plus vite devant l'impossibilité de la distension. L'irritation de l'urèthre et même du méat suffit quelquefois pour déterminer l'action réflexe et l'expulsion de l'urine; nous avons pu plusieurs fois constater ce fait chez des lapins que nous voulions sonder : à peine l'instrument avait-il touché le méat que la vessie se contractait.

L'utérus, immobile pendant une grande partie de la vie, se développe progressivement dans la grossesse; lorsqu'il est arrivé aux dernières limites de l'élasticité, son col s'entr'ouvre et bientôt les mouvements surviennent.

Pour la vésicule biliaire, nous voyons l'excitation de l'orifice du canal cholédoque réagir sur cette poche; enfin le

siége de l'excitation initiale est encore plus éloigné pour les vésicules séminales, puisque c'est la verge et surtout le gland qui transmettent aux centres nerveux l'ébranlement nécessaire pour l'éjaculation.

Ainsi le plus souvent ce n'est pas une excitation directe des parois qui amène la contraction ; celle-ci peut survenir à la suite d'une action réflexe dont le point de départ est plus ou moins éloigné de l'organe.

Dès que les muscles de ces organes creux entrent en activité, les faisceaux qui se dirigent de l'orifice au sommet de la cavité ont pour effet principal de tenir cet orifice dilaté ; c'est qu'en effet, en prenant un point d'appui sur le contenu, ils tendent à redresser la courbure des parois, et comme, en outre, lorsque l'organe est distendu, les fibres se dirigent obliquement sur le col, celui-ci est dilaté.

C'est dans les tubes ou conduits qu'apparaît le type complet de la contraction péristaltique consistant en ondulations qui se succèdent plus ou moins rapidement : ce mouvement péristaltique est caractéristique des muscles lisses et en rapport avec leur structure. Dans les muscles striés on trouve quelques vestiges de ces ondulations, surtout lorsqu'il y a fatigue ou que la nutrition cesse d'avoir lieu ; l'excitation frappant un faisceau de fibres primitives, le mouvement se propage rapidement aux extrémités, et l'on conçoit que la propagation est plus lente et que les ondes deviennent plus visibles si le muscle est dans un état anormal. Mais si la lenteur et l'évidence des ondulations ne sont jamais aussi nettes que dans les muscles lisses, c'est que les faisceaux de ces muscles ne sont plus constitués par des fibres étendues d'une extrémité à l'autre, mais par une multitude d'éléments juxtaposés. Le mouvement communi-

qué à un ou à plusieurs de ces éléments ne pourra donc se transmettre que successivement aux voisins, puis à ceux qui sont plus éloignés; de là cette lenteur de contraction et son type vermiculaire qu'il est si facile de constater sur le dartos de l'homme. Ces mouvements vermiculaires qui existent partout où il y a des fibres lisses ne sont nulle part plus développés que sur les tubes munis d'éléments musculaires lisses (intestins, vaisseaux, uretères, canaux glandulaires, etc.). Dans la plupart de ces organes on a découvert des ganglions microscopiques disséminés qui règlent le mouvement ; la contraction partie d'un point s'éteindrait bientôt s'il ne se trouvait des ganglions capables de communiquer une impulsion nouvelle. Le mouvement péristaltique devient plus difficile à constater dans les petits canaux comme l'uretère et les divers conduits glandulaires, mais c'est pour les vaisseaux surtout que la difficulté est grande; comme la contraction vasculaire active coïncide avec la diastole artérielle, on a attribué à l'élasticité seule le pouvoir de modifier à chaque impulsion cardiaque le calibre des vaisseaux.

Une fonction toute spéciale, mais qui rentre dans les lois générales, existe pour les fibres musculaires de l'iris. Cet organe, véritable diaphragme, présente des fibres lisses en faisceaux circulaires; on croyait également avoir observé des fibres radiées admises surtout pour appuyer des explications physiologiques plus ou moins hypothétiques. La contraction des fibres de l'iris doit tendre nécessairement à rétrécir la pupille, mais il est impossible d'admettre que ce resserrement et la dilatation soient dus uniquement aux muscles. Que ceux-ci interviennent dans les changements brusques dans l'exposition vive de l'œil à la lumière, c'est

probable ; mais il serait unique de voir un muscle rester en contraction physiologique d'une façon permanente. Les fibres lisses comme les fibres striées ne peuvent rester longtemps contractées ; il faut du repos, et d'autant plus de repos que le travail aura été plus considérable. Voit-on jamais la pupille après un resserrement qui dure depuis plusieurs heures se dilater, se reposer enfin ? Il faut chercher ailleurs une explication, et nous pensons que la plupart de ces phénomènes pupillaires doivent être attribués aux vaisseaux. Déjà dans un travail publié en 1867 (*Des tissus érectiles et de leur physiologie*, thèse), l'un de nous a insisté sur ce point ; on lit page 39 :

« Il faut avouer que des vaisseaux assez volumineux, dis-
» posés en hélice, dans un organe aussi délicat, peuvent
» avoir concurremment avec les fibres musculaires une cer-
» taine influence sur les changements de diamètre de la
» pupille ; mais il faut, pour soutenir cette opinion, rejeter
» la compression des veines par le muscle ciliaire. M. Th.
» Leber a montré, par ses belles injections, que les artères
» et non les veines traversent le muscle de Brucke ; ce serait
» donc la contraction de ce muscle qui, comprimant les
» artères, amènerait la vacuité des capillaires et par suite la
» dilatation de la pupille, tandis que le relâchement du
» muscle permettrait l'afflux du sang et une congestion des
» vaisseaux, d'où turgescence et redressement des capillaires,
» d'où rétrécissement. On s'expliquerait ainsi l'action du
» grand sympathique sur la pupille qui se resserre sous
» l'influence de la section du nerf, à cause du relâchement
» du muscle de Brucke, et se dilate lorsqu'on excite le filet
» nerveux qui détermine la contraction de ce même muscle
» et l'oblitération plus ou moins complète des artérioles. On

» comprendrait également l'action de la belladone qui, loin » de paralyser les fibres musculaires lisses, comme on l'a » cru, les excite violemment; les instillations d'atropine dans » l'œil agiraient comme la stimulation du grand sympathi- » que, en amenant la contraction du muscle ciliaire. »

Ainsi, tout en reconnaissant l'influence fort limitée des fibres lisses, nous accordons la plus grande importance, dans les changements de diamètre de la pupille, à la vacuité ou à la turgescence des vaisseaux, mais nous repoussons l'explication de M. Rouget, qui est en désaccord avec la disposition anatomique des artères et des veines.

Conditions nécessaires pour la contractilité des fibres lisses.

Il est une loi en biologie qui ne semble pas avoir d'exceptions, c'est que plus un élément vivant présente d'activité, moins cet élément résiste aux causes de destruction. Cette loi est applicable non-seulement aux éléments anatomiques, mais aux tissus et même aux organismes complets. Le muscle strié dont l'activité est remarquable perd rapidement ses propriétés lorsqu'il cesse de recevoir du sang; le muscle lisse, au contraire, conserve sa contractilité longtemps après l'arrêt de la circulation. De même l'animal à sang froid résiste à la destruction bien plus longtemps que le mammifère. Chez le premier, on peut enlever tout le sang, le remplacer par du mercure, et la vie ne cesse pas immédiatement; que le cœur s'arrête brusquement chez l'homme, toutes les fonctions animales cessent aussitôt, et les propriétés organiques ne tardent pas à disparaître. On peut même, en poussant les choses à l'extrême, dire qu'il est difficile de produire chez certains êtres inférieurs des lésions mortelles;

on peut hacher les polypes d'eau douce, chaque fragment continue à vivre, bien mieux, il devient l'origine d'un être nouveau. Les éléments anatomiques, qui sont en réalité de petits organismes associés les uns aux autres, peuvent résister énergiquement aux causes ordinaires de destruction quand leur activité est faible, et les fibres lisses, comme nous le disions, en sont un exemple. En empêchant le sang de se rendre dans ces tissus, on voit la contractilité persister longtemps ; bien plus, dans quelques organes à muscles lisses pourvus en outre de ganglions nerveux intra-pariétaux, comme les intestins, les mouvements s'exagèrent par l'excitation qu'apporte un brusque changement dans la nutrition.

On sait qu'après la mort les muscles de la vie organique conservent leurs propriétés quand les muscles striés sont devenus rebelles à toute excitation. Les ganglions nerveux du grand sympathique participent à cette faculté de résister à la destruction, de sorte que des mouvements coordonnés peuvent encore se montrer quand la vie a cessé ; on a vu l'utérus expulser le fœtus après la mort de la mère.

Influence de la température. — Une température de 45 degrés suffit pour anéantir les propriétés de la plupart des tissus de l'économie ; les muscles lisses ne font pas exception. Mais, sans arriver à cette température extrême, on constate qu'une chaleur modérée facilite les contractions, surtout celles à type franchement péristaltique ; il a été souvent répété que le froid favorisait la contraction des fibres lisses ; tel n'est pas notre avis, le froid détermine la contracture, mais il abolit la contraction physiologique. Nous l'avons montré pour l'intestin, dont le calibre se rétrécit et dont les parois s'immobilisent sous l'influence du refroidis-

sement; on peut constater un phénomène analogue pour les vaisseaux périphériques, pour le dartos, etc.

Mais pour la vessie, dira-t-on, le froid amène des contractions plus actives, ou du moins plus fréquentes; personne n'ignore en effet que le refroidissement provoque des envies d'uriner, et qu'il suffit souvent, chez des gens dont la vessie est paresseuse, du contact d'un corps froid au périnée ou sur le bas-ventre pour faire uriner. C'est qu'en effet de cette façon on contracture la tunique musculaire de la vessie, et la pression des parois sur le contenu amène une dilatation du sphincter et l'émission de l'urine.

Influence du repos et de l'exercice. — Le repos absolu d'un muscle strié, la privation de l'innervation, entraînent son atrophie et, dans certains cas, la perte de ses fonctions propres. Lorsqu'un muscle de la vie organique cesse d'agir, l'atrophie consécutive survient moins rapidement; à la longue, quand l'immobilité est complète, les fibres lisses s'atrophient; on constate ce fait dans les cas d'anus contre nature de longue durée; si rien ne passe par le bout inférieur, l'épaisseur des parois intestinales est alors diminuée. Un vaisseau sanguin oblitéré présente des particularités analogues. Il faut noter cependant que souvent les éléments musculaires diminuent de nombre et de volume sans disparaître absolument, et que ceux qui persistent ont conservé la contractilité. L'utérus, après des années de repos, contient des fibres-cellules. Les vésicules séminales des vieillards et des paraplégiques ont encore des fibres lisses.

D'autre part, il est certain que l'exercice augmente le volume des muscles de la vie organique; il survient de véritables hypertrophies dans le cas où il y a exagération de mouvements. Que la vessie soit obligée pour se vider de

vaincre un obstacle, qu'un rétrécissement de l'intestin exige des efforts multipliés pour le passage des matières, et l'on constatera que la tunique musculaire s'est épaissie, que les fibres-cellules ont augmenté de nombre et de volume. Cette hypertrophie peut avoir une autre cause : l'utérus, qui se développe pendant la grossesse, subit une énorme augmentation de volume que l'on ne peut attribuer à des contractions répétées, mais bien à une exagération des phénomènes de nutrition; c'est une cause analogue qui détermine le brusque mouvement des vésicules séminales au moment de la puberté.

Mécanisme de la contraction.

La contraction, quel que soit l'élément sur lequel on l'observe, est due à une propriété spéciale de la matière organisée, propriété que l'on a nommée contractilité. M. Rouget, se basant sur quelques interprétations anatomiques, hasardées peut-être, mais à coup sûr fort originales, considère la contraction comme un phénomène d'élasticité. Tout d'abord la théorie de M. Rouget est séduisante en ce qui concerne les fibres striées, qu'il considère comme des spirales, de véritables ressorts élastiques capables de se condenser. Ce qui est regardé ordinairement comme l'état d'activité du muscle serait, pour cet auteur, l'état de repos pendant lequel le ressort se détendrait. On ne peut nier cependant que cette opinion est en contradiction avec des faits bien observés. Ainsi, pour n'en citer qu'un seul, il est impossible, dans l'hypothèse de M. Rouget, de se rendre compte des différences de température que l'on constate dans un muscle lorsqu'il se contracte librement ou lorsqu'il existe un obstacle au raccourcissement. On comprend à la rigueur qu'il

puisse y avoir élévation de température lorsque, le muscle se contractant librement, l'élasticité entre en jeu et développe du calorique, mais on ne comprend guère pourquoi cette élévation de température est plus forte quand le mouvement ne peut s'exécuter à cause d'une résistance quelconque.

Si cette théorie appliquée aux muscles striés soulève de nombreuses objections, elle en rencontre de plus sérieuses encore lorsqu'on cherche à l'adapter aux contractions des fibres lisses ; car ici nous ne rencontrons nullement cet enroulement en spirale que l'auteur admet pour les fibres striées, et les fibres élastiques qui accompagnent les éléments musculaires sont accessoires et trop peu développées pour produire des mouvements énergiques. Ne sait-on pas enfin qu'il existe des phénomènes de contractilité dans les substances organiques complétement amorphes? Que devient ici la théorie de M. Rouget?

Essayons de pénétrer le phénomène intime de la contraction des fibres lisses : supposons qu'une excitation mécanique ou nerveuse agisse en un point du muscle, sur une seule fibre-cellule si l'on veut ; la cellule va se raccourcir, il se forme un plissement qui est accusé au microscope par des bords sinueux, le noyau de la cellule participe lui-même au mouvement, il se contourne.

Voici un moyen que nous avons employé pour observer ce phénomène : un fragment de muscle lisse, pris sur un animal vivant ou récemment sacrifié, est plongé dans une solution faible d'acide chromique, ou mieux encore dans une solution de nitrate d'argent au 400me. Grâce à la persistance de contractilité, le fragment, en s'imbibant du réactif, se resserre, il y a une véritable contraction qui persistera, car le

réactif va coaguler les substances liquides ou demi-liquides, et immobiliser les éléments anatomiques; on peut alors, par l'examen microscopique, reconnaître que les fibres-cellules, tout en conservant leur forme habituelle, présentent sur leurs bords de fines dentelures; il y a un véritable plissement de chaque élément. La contraction des muscles lisses résulte donc, comme celle des fibres striées, d'un véritable tassement. On pourrait objecter que ces fines dentelures sont le résultat, non de la contraction, mais de l'action chimique du réactif employé; dans cette hypothèse, on devrait obtenir des préparations semblables avec les fibres-cellules prises sur le cadavre; du reste, M. Robin (1) avait observé ce plissement des fibres lisses sur des annélides vivants, sans l'emploi d'un réactif, par l'observation de la contraction spontanée. Nous croyons que les fibres-cellules de divers animaux que l'on trouve figurées avec des ondulations ont été dessinées en état de contraction.

L'élément unique que nous supposons en contraction est en contact avec les éléments semblables qui se trouvent tiraillés, et qui, sous l'influence de cette excitation mécanique, se contractent de la même façon et exercent, à leur tour, de proche en proche, une action analogue, de sorte que la contraction rayonnera autour du premier élément excité qui sera le centre du mouvement. L'excitation est-elle faible, le mouvement s'étendra peu à peu comme les ondes liquides lorsqu'on jette une pierre dans l'eau; si elle est faible, la contraction pourra se transmettre dans tout le faisceau ou même dans tout l'organe; mais alors, à mesure que les ondulations s'éloignent, les parties primitivement

(1) Dans Lebert, *Mémoire sur la formation des muscles*, etc. (*Annales des sciences naturelles*. Paris, 1850, t. XII, p. 177, pl. VI, fig. 13.)

contractées se relâchent, et l'on a un mouvement péristaltique qui, dans plusieurs organes, est encore aidé par la présence des ganglions intra-pariétaux ; ceux-ci réagissent lorsque l'onde les atteint et donnent une nouvelle impulsion.

L'excitation est-elle encore plus intense, ou mieux, est-elle permanente, l'ondulation s'étendra aux parties voisines comme ci-dessus, mais les cellules qui recevront l'ébranlement resteront contractées, et l'on aura la contracture.

C'est ainsi qu'on peut expliquer les contractions limitées, les contractions péristaltiques et les contractions tétaniques, qui sont les trois formes de mouvement dans les fibres lisses.

Après l'état d'activité survient le retour à l'état normal; ici le mécanisme est facile à comprendre : l'élasticité propre à l'élément musculaire tend à lui faire reprendre sa forme, et en cela il est puissamment aidé par les fibres élastiques qui l'accompagnent et qui, cessant d'être tiraillées, reprennent la longueur qu'elles possédaient auparavant. Ces fibres élastiques jouent le rôle du myolemme des muscles de la vie animale.

Les fonctions des muscles lisses et des fibres élastiques auraient, d'après les physiologistes, une grande analogie. On dit généralement qu'ils concourent au resserrement des vaisseaux ; rien n'est plus faux, car, dans tous les organes où l'on rencontre des fibres-cellules, il existe en même temps des fibres élastiques chargées de ramener les tissus à leur dimension normale lorsque les muscles entrent en repos. Il y a, en un mot, entre l'élément contractile et l'élément élastique un véritable antagonisme ; les vaisseaux ne font pas exception à la règle, et, pendant que leurs muscles agissent activement pour modifier le calibre, les fibres élasti-

ques tendent seulement à conserver au conduit une forme constante, en s'opposant à une dilatation trop forte lorsque les muscles n'agissent pas, et en luttant contre le resserrement produit par la contraction musculaire énergique.

Dans les fibres striées, l'action est brusque, instantanée, mais on observe également des ondulations qui partent d'un point pour aboutir aux extrémités; seulement le phénomène est rapide, instantané, si le muscle est sain. Dans les fibres lisses, au contraire, tout est lent, la contraction ne produit pas une secousse brusque, elle n'est pas simultanée, elle s'établit graduellement, pour se maintenir longtemps, et cesse peu à peu. Dans les graphiques que nous avons obtenus on trouve des caractères différentiels assez marqués. Généralement la ligne ascendante qui marque la contraction est légèrement oblique lors de la détente. Quelquefois même, dans les contractions normales du gros intestin par exemple, le tracé complet représente à peu près un arc de cercle. Si cependant le mouvement est très-actif, le tracé diffère peu de celui des fibres striées. Ce qui établit une différence notable, c'est la variété de forme que peut prendre le tracé des contractions des muscles de la vie organique. Nous avons donné, dans le paragraphe précédent, quelques exemples des tracés obtenus avec les intestins. Nous montrons (fig. 108) le tracé d'une contraction spontanée de la vessie d'un chien; une ampoule de caoutchouc, introduite par la portion membraneuse de l'urèthre, transmettait le mouvement; la durée du tracé est d'une demi-minute. On remarquera que, dans les contractions progressives de longue durée et généralement dans les efforts, la période de contraction est plus longue que la période du retour au repos, ce qui est le contraire de ce qui arrive dans

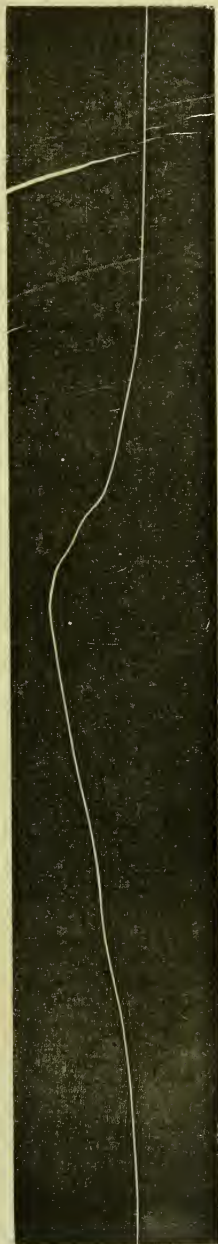


Fig. 108.

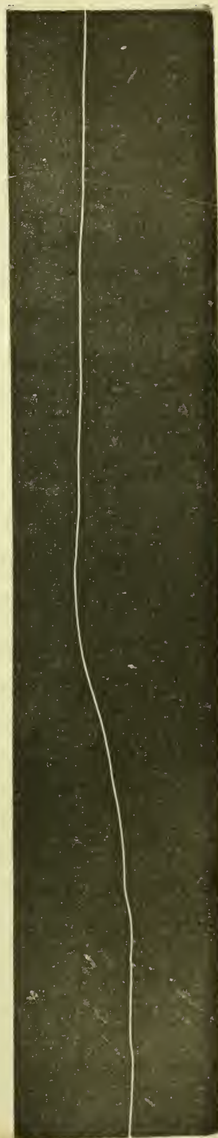


Fig. 109.

les mouvements plus rapides, comme ceux de l'intestin. Dans le muscle strié, quelle que soit la nature ou la force de l'excitation, la figure obtenue sera plus grande ou plus petite, mais le type ne changera guère; pour les fibres lisses, on aura, suivant la puissance de l'excitation et l'état du muscle, des différences évidentes : tantôt l'obliquité de la ligne ascendante sera égale à la ligne descendante, ou bien elle sera moins prononcée, les lignes se joindront par un sommet aigu ou un arc de cercle, etc.

Dans les organes à fibres lisses dont la fonction est de chasser au dehors des matières liquides ou solides, il y a un effort continu qui persiste jusqu'à l'expulsion du contenu, si le contenu est liquide et qu'il n'y ait point d'obstacle à l'écoulement; citons comme exemple la vessie et les vésicules séminales. Pour ces dernières, on pourrait croire que l'écoulement n'est pas continu à cause des intermittences qui existent dans l'éjaculation, mais c'est l'urèthre qui se contracte spasmodiquement et qui détermine l'intermittence. Lorsqu'au contraire les matières à expulser sont solides, on rencontre des résistances accidentelles; il s'ensuit une succession d'efforts, puis un repos plus ou moins prolongé auquel succèdent de nouveaux efforts, jusqu'à l'expulsion complète. Ces efforts sont indiqués dans les tracés par une élévation plus ou moins rapide du niveau, et ce niveau se maintient quelque temps comme nous l'avons montré dans les contractions du rectum et comme nous le montrons fig. 109. Cette figure représente une contraction de l'utérus d'une chienne enregistrée au moyen d'une ampoule de caoutchouc introduite par le col immédiatement après la parturition.

Dans les mouvements dus aux fibres striées, la volonté

intervient le plus souvent ; c'est exceptionnellement que l'on constate des actes dus à de simples actions réflexes, les muscles de la vie organique sont toujours mis en jeu de cette dernière façon ; nous avons vu que ces actions réflexes s'opèrent le plus souvent sur les ganglions voisins, sur ceux qui, quelquefois, sont disséminés dans l'épaisseur de l'organe, mais elles peuvent atteindre des ganglions plus éloignés, de telle sorte qu'une excitation partie d'un point isolé réagira sur tout l'organe ou même sur des organes voisins, comme on le voit pour le rectum, dont les contractions réagissent sur la vessie ; réciproquement, pendant la miction, il faut quelquefois l'intervention de la volonté pour empêcher l'expulsion des gaz ou des matières liquides du gros intestin, comme l'envie d'uriner accompagne presque toujours la défécation.

Nous avons dit que l'effort musculaire, qui est l'exagération de la contraction normale, se rencontre dans les muscles lisses comme dans les muscles volontaires. Pour ces derniers, le mécanisme de l'effort exige certains actes préliminaires comme l'occlusion de la glotte, etc. ; pour les contractions des fibres lisses, et spécialement pour les organes tubulés et ampullaires, il faut également quelques conditions. Dans l'effort de la vessie, de l'utérus, du gros intestin, de l'estomac, les muscles qui entourent la cavité péritonéale se roidissent, et les organes contenus trouvent un point d'appui pour exécuter leurs mouvements. La contraction du diaphragme et des muscles abdominaux n'a pas simplement pour but de presser sur les organes et d'exprimer pour ainsi dire le contenu, elle concourt surtout à former un plan résistant pour faciliter l'effort et servir de point d'appui.

Lorsqu'on voit les muscles de la vie organique et encore les muscles striés du cœur exécuter des mouvements automatiques, on s'imagine difficilement qu'ils puissent se fatiguer ; cependant ils se fatiguent et même il y a épuisement de tout l'organisme lorsque leur activité est exagérée comme dans l'accouchement, les efforts impuissants pour uriner, une selle copieuse.

Dans l'état d'activité ordinaire, il y a pour les organes tubulés, par exemple, des alternatives de contraction et de repos, et par conséquent peu de fatigue musculaire ; mais, que les contractions deviennent plus fortes sous l'influence d'une excitation ou qu'il survienne de véritables efforts, l'organe ne tardera pas à se reposer pendant un temps plus ou moins long ; il arrivera même à un état d'atonie ; c'est ce qui a lieu pour la vessie lorsqu'un obstacle ou simplement la volonté s'oppose à l'émission de l'urine ; la contraction cesse bientôt et reparaît plus vive après un repos, puis de nouveaux efforts surviennent et enfin le besoin d'uriner disparaît peu à peu, et la vessie, dans les cas extrêmes, peut devenir complétement inerte. Pour l'intestin, nous avons observé des faits analogues : après une série de mouvements énergiques, arrive un repos prolongé. La contraction des muscles vasculaires est également de courte durée si elle est exagérée, un repos devient nécessaire ; même explication pour l'inertie de l'utérus dans les accouchements de longue durée, etc.

Mouvements réflexes.

Il est facile de s'apercevoir que tous les mouvements des muscles lisses sont réflexes, mais ces actions réflexes s'exer-

cent souvent sur les organes isolés de ceux qui ont reçu l'impression, ainsi l'iris se dilate dans certaines affections intestinales. Dans bien des cas il n'est pas nécessaire que l'excitation porte sur les ramifications du grand sympathique, l'action réflexe peut s'exercer par l'entremise des centres cérébro-rachidiens; l'excitation des nerfs et du pénis détermine la contraction des vésicules séminales, et celle du nerf optique resserre la pupille. L'irritation d'un point quelconque du corps amène en ce point une circulation plus active grâce aux mouvements particuliers des muscles vasculaires; la titillation de la luette provoque le vomissement.

L'irritation de la muqueuse d'un organe muni de fibres lisses retentira dans les ganglions voisins si elle est faible et de peu de durée; elle atteindra les centres nerveux si elle est intense et prolongée. N'y a-t-il pas quelque chose d'analogue pour les actions réflexes observées ailleurs? Lorsque, par exemple, on pince légèrement la patte d'une grenouille décapitée, on agit sur un groupe de cellules de la moelle qui fait contracter cette patte; si l'on pince violemment, il survient des mouvements dans les deux pattes et même dans la totalité du corps; l'impression s'est transmise alors à tout l'axe spinal.

Les mouvements des muscles de la vie organique ne sont pas entièrement soustraits aux influences psychiques; les muscles vasculaires exagèrent leurs contractions rhythmiques ou se contractent tétaniquement dans la peur, la colère, ou même par des sensations moins violentes, comme la pudeur. La vessie et les intestins subissent également le contre-coup des passions diverses; la pupille se contracte dans la colère et se dilate par la peur; c'est la peur égale-

ment qui peut amener par l'action des muscles lisses cette rétraction du derme qui produit la chair de poule. Le dégoût provoque le vomissement, l'idée seule que l'on a pris une substance purgative peut faire contracter l'intestin et amener des selles fréquentes, lors même que la substance ingérée n'est point purgative.

L'imitation elle-même n'est pas étrangère à quelques mouvements des muscles organiques; beaucoup de personnes ont des nausées à l'aspect d'un malade qui vomit; les spasmes de l'hystérie sont contagieux, et il suffit souvent d'entendre le bruit de l'eau qui s'écoule d'un robinet pour ressentir des envies d'uriner.

Des excitants appliqués directement sur les muscles lisses.

Le pincement ou l'irritation par les agents chimiques ne provoquent pas immédiatement une contraction; celle-ci ne survient qu'au bout d'un temps fort court, mais parfaitement appréciable; bien plus, pendant cette courte période qui précède la contraction, il y a diminution de la tonicité et relâchement complet; cette période est presque instantanée, mais nous avons pu la saisir au moyen des appareils enregistreurs. C'est par le pincement surtout que l'on obtient ce résultat; l'application directe des courants interrompus en fournit aussi quelquefois des exemples, comme on peut le voir fig. 110. On électrise la vessie d'un chien; le point A indique le début de l'électrisation; il y a un brusque abaissement de tension, puis la contraction s'opère. Ce relâchement rapide suivi de contraction favorise certainement la marche normale des matières contenues dans les tubes contractiles; prenons pour exemple les ma-



Fig. 110.

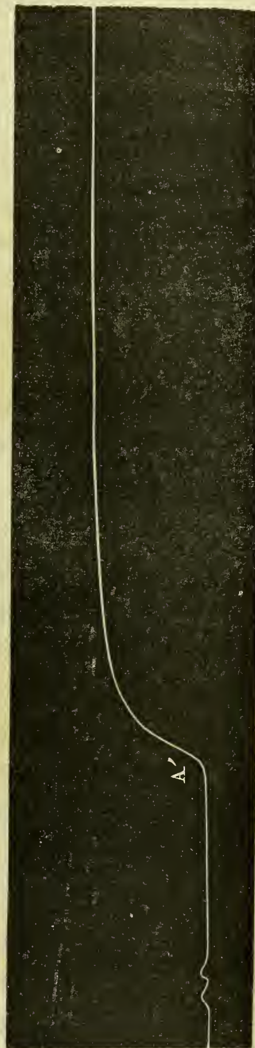


Fig. 111.



Fig. 112.

tières fécales dans l'intestin. Dès qu'une masse fécale en mouvement atteint un point quelconque de l'intestin, celui-ci se dilate momentanément à ce niveau pendant qu'il se contracte en arrière de la masse. La progression est donc ainsi facilitée. La contraction, une fois déclarée au point irrité, s'étend progressivement en formant un cercle plus ou moins grand ; elle s'arrête tout de suite si elle rencontre un obstacle ; ainsi la vessie, pincée en un point, se contracte localement, et tout l'organe ne participe pas au mouvement. Sur les tubes contractiles, une excitation forte détermine d'abord la contraction locale, puis le mouvement vermiculaire.

L'électricité appliquée directement sur les muscles de la vie organique donne des résultats remarquables. Les courants d'induction agissent au niveau du contact des pôles, et la portion située entre les pôles reste immobile ; et même, comme nous l'avons constaté plusieurs fois sur l'intestin, il peut y avoir relâchement en ce point, surtout si les pôles sont très-éloignés. L'organe que l'on électrise ainsi est-il petit? Agit-on par exemple sur la vésicule biliaire ou les vésicules séminales, il y a expulsion du contenu ; il n'en est point tout à fait de même pour la vessie. Cependant, si le courant est intense et la vessie peu gonflée, on peut amener une contraction de tout l'organe ; nous en donnons un exemple figure 111. L'ampoule étant introduite dans la vessie, on électrise en point A'; la tension augmente rapidement et se maintient. Les courants continus, appliqués directement sur les fibres lisses, donnent, au moment de la fermeture du circuit, une contraction locale au niveau des pôles, puis l'organe garde le repos. Si les muscles étaient en activité, ils cessent de se mouvoir et restent inertes pendant le passage de l'é-

lectricité; c'est ce que nous avons constaté sur différents organes, et principalement sur l'utérus. Chez une chienne en parturition nous avons pu arrêter les contractions utérines en plaçant le pôle négatif dans le vagin et le pôle positif dans la gueule de l'animal. En changeant l'ordre des pôles, il semblait qu'on obtenait une contracture de la matrice; la parturition était également enrayée, mais il n'y avait pas relâchement. C'est là, du reste, une circonstance remarquable de l'action des courants continus, et il est facile de s'en rendre compte en agissant sur les tubes doués de mouvements péristaltiques; nous avons montré pour l'intestin que le courant électrique marchant dans la direction naturelle du mouvement péristaltique amène une dilatation de l'intestin; s'il marche en sens contraire, on a de la contracture. La figure 112 montre clairement que l'action des courants continus sur les fibres lisses a beaucoup d'analogie avec ce que l'on observe pour les fibres striées. On voit qu'en électrisant au point A il y a une contraction, puis le repos arrive peu à peu; et, lorsqu'on interrompt le courant en B, il y a une nouvelle contraction, mais elle est plus faible. Ce tracé a été donné par la vessie, le pôle positif était sur la vessie et le négatif au périnée.

Les muscles vasculaires, dont le mécanisme présente d'ailleurs tant d'analogie avec celui des muscles de l'intestin, obéissent aux mêmes lois. Nous avons montré que l'on pouvait augmenter ou diminuer la circulation suivant qu'on employait un courant continu centrifuge ou centripète; c'est un fait constant que l'on peut vérifier sur l'oreille d'un lapin, ou mieux, à l'aide du microscope sur la patte d'une grenouille. Nous supposions alors que le courant centripète diminuait l'action propre des vaisseaux et

que le courant centrifuge l'augmentait; après examen approfondi et en comparant l'action des muscles lisses analogues, nous sommes arrivés à cette conviction que le courant électrique continu agissait sur les vaisseaux comme sur les autres organes tubuleux doués de mouvements péristaltiques, c'est-à-dire qu'il abolissait les mouvements propres, et qu'en outre un courant descendant déterminait le relâchement, et un courant ascendant la contracture de ces vaisseaux. Mais lorsqu'on agit sur les ganglions, les dilatations vasculaires sont dues à une action active; de là, l'avantage d'électriser les centres avec des courants continus.

Excitation des nerfs qui se rendent aux muscles lisses.

On a remarqué que l'excitation des nerfs semblait agir moins énergiquement sur les muscles lisses que l'excitation directe de ces muscles, ce qui est le contraire de ce que l'on voit pour les fibres striées. Il y a là sans doute une raison anatomique qui ne sera complétement résolue que par la connaissance de la terminaison des filets du sympathique. On a prétendu en Allemagne que ces filets aboutissaient aux fibres-cellules mêmes, dans les noyaux. Frankenhauser prétend même les avoir suivis jusqu'à des nucléoles situés dans le noyau. Sans vouloir complétement repousser ces résultats qui, du reste, n'ont pas été acceptés par Schwalbe (*Centralblatt*, janvier 1869), nous dirons qu'il ne faut pas trop se hâter d'accepter sans vérification les innombrables conceptions qui nous viennent d'outre-Rhin; on doit reconnaître qu'en Allemagne on cherche beaucoup et qu'on trouve quelquefois, mais nous accordons peut-être trop d'attention à des faits et à des théories qui s'acclimatent en

France avant d'avoir été reçus dans leur pays natal ; on s'habitue ainsi à ne vivre que d'emprunts. Nous avouerons donc que la terminaison des nerfs dans les muscles lisses est encore mal connue. (V. *Journal d'Anat. et de Phys.*, année 1864, le mémoire de M. Trinchese sur *la terminaison des nerfs musculaires.*)

Il est une particularité sur laquelle on a peu insisté et qui nous explique cette espèce de résistance des muscles lisses à l'excitation portée sur les nerfs, c'est la nature même de ces nerfs ; ici, en effet, on ne trouve pas de gaîne isolante, les éléments nerveux conducteurs sont directement en rapport avec les tissus voisins ; on pourrait donc croire que dans ce cas la transmission ne se fait pas avec autant de rapidité et qu'il y a une sorte de diffusion de l'agent nerveux. Nous ne savons pas qu'on ait fait des expériences pour constater la différence de la vitesse de transmission entre les tubes nerveux ordinaires et les filets du grand sympathique ; il est probable que ceux qui réaliseront cette expérience trouveront une différence notable ; mais pour le moment nous sommes réduits à une simple hypothèse. Il faut également songer que souvent, en excitant un filet nerveux, on n'agit pas directement sur le muscle, mais sur une ou plusieurs cellules nerveuses d'où partent les ramifications terminales.

En électrisant le splanchnique, par exemple, on agit d'abord sur les ganglions du plexus solaire ; en portant le courant sur les filets nerveux mésentériques, on n'est pas encore à l'abri de cette cause d'erreur, puisqu'on excite ainsi les ganglions intra-pariétaux de l'intestin et non les muscles eux-mêmes. Ce sont là autant de causes qui ralentissent ou modifient l'influence des excitations nerveuses.

Les courants d'induction dirigés sur les nerfs moteurs

amènent progressivement, et non brusquement, une contraction tétanique des muscles lisses ; que l'on agisse au delà ou en deçà des ganglions, le fait est le même ; il y a une exception apparente pour l'iris : on sait, en effet, que la faradisation du sympathique au cou resserre le calibre des vaisseaux et dilate la pupille ; nous avons donné une explication de cette espèce de contradiction dans la première partie de cette étude. Tels sont les résultats que l'on obtient par les courants d'induction intenses ; cependant il est possible, en ayant soin de prendre les nerfs avant leur pénétration dans les ganglions et en employant des courants très-faibles, de déterminer une légère excitation de ces ganglions, et par conséquent des mouvements semblables à ceux qui s'exécutent sous l'influence des actions réflexes normales. Mais ce résultat est atteint bien plus sûrement si l'on emploie les courants continus ; ceux-ci, par une stimulation soutenue, donnent aux cellules nerveuses l'activité fonctionnelle, et il en résulte des mouvements. Si l'on n'agit pas sur les ganglions et qu'on excite les nerfs qui se rendent distinctement aux muscles lisses, on obtient à peu de chose près ce que l'on voit pour les muscles striés, c'est-à-dire qu'il y a une contraction à l'entrée et à la sortie du courant, et immobilité pendant l'électrisation. De même, si l'on vient à faire passer le courant pendant que les muscles sont en activité, la contraction cesse immédiatement comme en appliquant les pôles directement sur les muscles ; c'est ainsi, comme nous l'avons montré, qu'on peut faire cesser les mouvements de l'estomac au moyen d'un courant descendant dirigé sur le pneumogastrique.

Généralement les courants continus appliqués aux nerfs qui se distribuent dans les muscles lisses ont une action

faible et souvent peu appréciable, si l'on agit sur un point éloigné des organes; ce qui est dû probablement, ainsi que nous l'avons dit, à l'absence de gaîne isolante dans les filets du sympathique.

Qu'arriverait-il si l'excitation électrique, au lieu d'être portée sur les nerfs moteurs, était dirigée sur les nerfs sensitifs ? Disons d'abord qu'on ne sait pas très-exactement si tel nerf du sympathique est moteur ou sensitif; il est fort probable que le plus souvent on a affaire à des nerfs mixtes. Pour les intestins, il est presque certain que les splanchniques sont surtout moteurs, et que le pneumo-gastrique contient les filets sensitifs. Or, nous avons constaté que l'excitation du bout périphérique de ce nerf amène un arrêt des mouvements et une dilatation passive de l'intestin; nous n'insisterons pas sur ce fait que nous avons complétement étudié ailleurs. Il se passe quelque chose d'analogue du côté des vaisseaux; si l'on électrise le bout central du nerf auriculo-temporal du lapin, on voit survenir une turgescence très-marquée des vaisseaux de l'oreille. D'après ces deux exemples, on serait autorisé à conclure que l'excitation électrique des nerfs sensitifs amène dans les cellules nerveuses centrales, d'où partent les filets du sympathique, un arrêt de fonction, et, par suite, un relâchement des muscles lisses correspondants (1).

(1) En assimilant ce qui se passe dans les vaisseaux, lorsqu'on électrise le bout central de l'auriculo-temporal, à l'effet produit sur l'intestin, par l'électrisation du bout supérieur du pneumogastrique, nous nous conformons à une théorie généralement adoptée; on a dit, en effet, que la dilatation des vaisseaux de l'oreille était due, dans ce cas, à une paralysie par action réflexe. Nous tenons à répéter que sur ce point nous avons des idées différentes; nous pensons que cette dilatation des vaisseaux est active et qu'elle est due à la contraction autonome ou péristaltique des artères. Cela est évident dans certains cas, car

Régénération des muscles lisses.

La régénération des muscles striés après leur section est, sinon impossible, du moins difficile ; nous n'avons pu l'obtenir. M. Dubreuil a été plus heureux que nous, et a publié le résultat de ses recherches dans le *Journal d'Anatomie et de Physiologie* (janvier et février 1869).

Pour les fibres lisses, il n'y a aucun doute ; la régénération s'opère même rapidement. L'un de nous a présenté en 1869 à la Société de biologie la cicatrice de l'intestin d'un chien opéré depuis quinze jours, et les fibres-cellules apparaissaient déjà au milieu du tissu cicatriciel. Cela ne doit point surprendre ; car les muscles lisses, malgré leur individualité réelle, conservent une grande partie des propriétés embryonnaires, et sans croire, comme on l'a dit, qu'il y a un passage insensible entre la fibre-cellule et la fibre-striée, et que la première n'est qu'un arrêt de développement, nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer que la lenteur des contractions et de l'influx nerveux, ainsi que l'excitabilité moins prompte à disparaître après la cessation de la circulation, rapprochent les propriétés des muscles lisses de celles des muscles striés à l'état embryonnaire.

la turgescence vasculaire obtenue est bien plus forte que celle qui succède à la simple paralysie des vaisseaux par la section du sympathique. Avec notre théorie on devrait distinguer l'action du courant électrique sur les nerfs de sensibilité suivant les organes, sans qu'on puisse assigner une cause bien nette aux différences observées ; peut-être, cependant, la présence ou l'absence de ganglions intra-pariétaux fournirait matière à explications. Quoi qu'il en soit, dans cette étude générale des mouvements des muscles lisses, nous adoptons provisoirement et en faisant nos réserves l'idée la plus communément acceptée jusqu'à la démonstration complète et directe de notre façon de comprendre les phénomènes vasculaires.

Résumé.

En résumé, les muscles lisses possèdent la plupart des propriétés générales des muscles striés (extensibilité, tonicité, contractilité, etc.). Mais ces propriétés sont souvent modifiées ; en outre, les muscles lisses présentent quelques phénomènes que l'on chercherait en vain dans les muscles striés. Un tableau comparatif fera mieux ressortir ces différences.

MUSCLES STRIÉS.	MUSCLES LISSES.
1. Contraction rapide, même pour les muscles indépendants de la volonté. Le retour à l'état de repos se fait aussi très-promptement.	Se contractent lentement et reviennent lentement à l'état de repos.
2. Mouvements rarement involontaires.	Mouvements toujours involontaires.
3. La contracture survient à la suite d'une série de secousses.	La contracture survient progressivement et sans oscillations.
4. Le mouvement péristaltique est une exception.	Le mouvement péristaltique est la règle.
5. Abolition rapide des propriétés après la mort et sous l'influence de quelques poisons.	Résistance très-grande aux causes de destruction. Persistance de la motilité longtemps après la mort.
6. Atrophie rapide et très-prononcée après l'arrêt des fonctions.	Atrophie nulle ou peu marquée dans les circonstances analogues.
7. A la suite de l'exagération de la fréquence des contractions, on voit survenir une augmentation de volume des muscles, mais cette hypertrophie est relativement peu considérable.	L'hypertrophie et l'hypergenèse des fibres lisses se montrent à un haut degré dans toutes les circonstances où il y a exagération des mouvements ou du fonctionnement de l'organe pourvu de ces fibres.
8. L'excitation directe du muscle strié provoque immédiatement une contraction.	Sous l'influence de certains excitants, la contraction est précédée d'un relâchement instantané.
9. Les courants d'induction appliqués sur le muscle donnent un mouvement de la totalité du muscle.	Les courants d'induction donnent une contraction dans les points en contact avec les pôles. Si ceux-ci sont éloignés l'un de l'autre, il n'y a pas contraction dans les portions intermédiaires, il y a même relâchement.
10. Les courants continus ramènent les muscles à l'état de repos. (Nous ne tenons pas compte de la contraction à l'entrée et à la sortie du courant.)	C'est également la règle pour les fibres lisses. Mais pour les organes qui ont des mouvements péristaltiques, il y a des différences correspondant au sens du courant ; lorsque celui-ci suit la direction des contractions normales, il

	y a relâchement; en sens contraire, il y a contracture.
11. L'excitation électrique des nerfs agit plus énergiquement sur les contractions des muscles que l'excitation des muscles eux-mêmes.	L'excitation électrique des nerfs a moins d'influence que celle des muscles.
12. Les courants d'induction portés sur les nerfs moteurs amènent une contraction prompte.	Ces mêmes courants sur les nerfs des muscles lisses donnent une contraction lente et progressive.
13. Les courants continus sur les nerfs moteurs abolissent la contraction pendant leur passage.	Lorsque le nerf se rend directement aux muscles lisses, il en est de même; si le nerf traverse des ganglions, il y a une excitation de ces ganglions qui provoque des mouvements.
14. L'excitation des nerfs sensitifs par les courants interrompus détermine, par action réflexe, une contraction des muscles striés.	Cette excitation met les muscles lisses en état de repos (1).
15. Les muscles striés se régénèrent difficilement.	Les muscles lisses se régénèrent très-rapidement.

RECHERCHES CLINIQUES SUR LES FIBRES MUSCULAIRES LISSES.

Affections du tube digestif.

Les expériences physiologiques que nous avons rapportées longuement indiquent bien les cas où les courants électriques peuvent être utilisés dans les affections du tube digestif.

Les observations de guérison de gastralgies par l'électricité sont assez rares, car ce moyen thérapeutique n'est guère employé dans ces affections. Cependant, dans deux cas de gastralgie, nous avons obtenu assez promptement des résultats très-satisfaisants; dans un cas nous avons employé la faradisation, et dans le second cas les courants continus. Cette différence de méthode tient aux causes mêmes de la gastralgie qui étaient différentes chez ces deux personnes. Dans un cas, en effet, il existait des phéno-

(1) Voyez la note de la page 693.

mènes qui permettaient d'admettre une certaine faiblesse musculaire des parois de l'estomac, et la douleur provenait probablement de la stagnation du bol alimentaire, par suite du manque de mouvements musculaires. En un mot, quelle qu'en fût la cause réelle, il était évident que l'action thérapeutique devait être plutôt excitante, et c'est pour cela que nous crûmes devoir employer la faradisation sur la région épigastrique. Pendant les premières séances, il n'y eut qu'une amélioration peu marquée, mais au bout de huit jours, la sensation de pesanteur disparut immédiatement après l'électrisation et les digestions devinrent plus faciles.

Dans le second cas, se rapportant à une jeune femme nerveuse, présentant quelques phénomènes d'hystérie, les douleurs stomacales avaient au contraire pour cause une excitation des nerfs.

Il était permis de supposer que les parois musculaires de l'estomac, sous cette influence, éprouvaient une sorte de contracture permanente, ce qui nécessairement empêchait les mouvements normaux.

De plus, dans toute contracture, la circulation étant gênée par suite de la compression des vaisseaux, la sécrétion des glandes devient moins abondante. Il semble donc qu'il y a dans ces conditions deux causes produisant les douleurs stomacales, l'une due à l'absence ou à la faiblesse des mouvements vermiculaires, et l'autre produite par le manque de suc gastrique.

Dans les expériences physiologiques que nous avons faites sur l'estomac et sur l'intestin, nous avons été frappés de la persistance de la contracture dans ces organes, et il nous paraît certain que, dans plusieurs affections de ces organes, la contracture joue un rôle important.

Nous avons vu que l'électrisation du pneumogastrique amenait le relâchement des parois stomacales, une sorte de détente, en même temps qu'il se faisait une sécrétion bien plus abondante de suc gastrique, ce qui a également été observé par Mantegazza.

C'est cette action que nous avons essayé d'obtenir dans ce cas de gastralgie ; d'ailleurs, au bout de dix à douze séances nous avons obtenu un soulagement très-notable. Nous appliquons le pôle positif au cou sur le pneumogastrique, et le pôle négatif sur la région épigastrique : courant de vingt éléments, séance de huit à douze minutes. Hiffelsheim cite également une observation de névrose stomacale chez une dame de 27 ans qui fut guérie très-rapidement par l'emploi des courants continus.

Nous n'avons pas encore eu occasion d'employer des courants continus dans les cas de vomissements incoercibles, mais nos expériences physiologiques, comme nous l'avons déjà dit, nous autorisent à espérer de bons résultats de ce mode de traitement.

— Dans les affections de l'intestin, les courants électriques n'ont été employé que dans les cas de constipation opiniâtre. Althaus et M. Duchenne en citent quelques exemples. A. Becquerel, au contraire, dit n'avoir eu aucun résultat dans quinze cas, où il avait essayé de déterminer des mouvements péristaltiques des intestins. Ses moyens d'application nous paraissent un peu défectueux, car il plaçait un des pôles d'un appareil à induction dans la bouche et l'autre dans le rectum, ce qui ne permettait évidemment que l'emploi d'un courant très-faible. Il est préférable d'appliquer les pôles sur les parois abdominales, ou du moins l'un sur les parois abdominales et l'autre dans le rectum.

M. Duchenne attribue la constipation, dans les cas de paraplégie, à la paralysie des muscles abdominaux, et il pense pouvoir la vaincre par l'électrisation des muscles de l'abdomen. A. Becquerel fait remarquer avec raison, au sujet de cette opinion, qu'une paralysie des muscles abdominaux suppose toujours un degré assez avancé de la paraplégie, et qu'il est douteux que quelques séances puissent en amener la guérison.

Ce qu'il y a de certain, c'est que les courants d'induction appliqués sur l'abdomen agissent en même temps sur les intestins et déterminent des contractions. Ces contractions, comme nous l'avons vu dans la partie physiologique, sont localisées et ne se propagent pas d'une façon péristaltique, mais elles font néanmoins progresser les excréments renfermés dans la portion contractée.

Ceux-ci, arrivant dans d'autres portions intestinales, y provoquent alors par leur contact les contractions vermiculaires, car, comme nous l'avons déjà dit, le mouvement et l'impression sur la surface interne de l'intestin des matières qui y sont renfermées sont les meilleurs excitants des contractions normales.

Si la constipation est liée à la paralysie du rectum, M. Duchenne agit directement sur cet intestin avec l'excitateur rectal. Il emploie également la faradisation du sphincter de l'anus, pratiquée avec un courant à intermittences rapides, dans les cas de chute du rectum, à la suite d'une longue constipation et de la dyssenterie, ou chez les enfants cachectiques. Avant d'employer les moyens chirurgicaux et des opérations sanglantes dans la chute du rectum, il est certain qu'il est toujours préférable d'essayer d'abord l'emploi des courants électriques.

Le Roy d'Etiolles a essayé sans succès d'amener la guérison d'étranglements internes par la galvanisation de l'intestin. M. Duchenne réussit dans un de ces cas, en employant la faradisation.

Les courants continus n'ont guère été employés dans les cas de constipation, et évidemment, avant d'avoir recours à ce traitement, un bon purgatif a presque toujours une action plus sûre et plus prompte. D'ailleurs, l'électrisation des intestins à travers les parois abdominales ne produit que peu d'effet, et il est dangereux d'employer un courant un peu fort, en introduisant un des pôles dans le rectum, car on a toujours à redouter alors les actions électrolytiques, qui pourraient déterminer une cautérisation de la surface interne du rectum.

Nos expériences physiologiques nous ont également démontré que les courants continus ne provoquaient efficacement et énergiquement des contractions péristaltiques de l'intestin que lorsqu'on électrise la moelle ou les nerfs splanchniques. C'est donc la moelle qu'il faut électriser lorsqu'on veut agir avec les courants continus sur les contractions intestinales. En effet, dans certains cas de paralysie, ou d'autres affections nerveuses amenant un état habituel de constipation, l'électrisation de la moelle par les courants continus amène très-souvent des selles plus faciles et plus fréquentes.

C'est surtout à un point de vue historique que nous rapportons l'observation suivante de Grapengiesser, et que Humbold relate tout au long pour démontrer l'influence de l'électricité sur les fibres lisses.

Un malade de l'hôpital militaire portait, depuis nombre d'années, une hernie scrotale très-considérable qui s'étrangla par accident, forma

abcès, fut suivie d'une suppuration considérable avec ouverture des téguments et issue d'une partie des gros intestins, c'est-à-dire du cæcum, du côlon transverse et d'une partie du côlon droit, qui étaient renversés de manière que leur surface intérieure était devenue extérieure. Quand le malade était assis, l'iléon sortait avec le côlon et ses intestins pendaient jusqu'au genou ; de chaque côté était une ouverture qui donnait issue, l'une aux lavements qu'on faisait prendre au malade, l'autre aux excréments et à des aliments mal digérés. On apercevait entre le côlon et l'intestin grêle un anneau gros et dur qui les séparait exactement et qui étranglait tout ce paquet. Aussitôt qu'il eut examiné ce malade, Grapengiesser résolut d'essayer sur lui le galvanisme; il se prêta de bonne grâce à ses expériences. Le docteur arma en conséquence une portion des intestins avec de l'argent et l'autre portion avec du zinc. A peine le contact fut-il établi entre les deux armatures, que le mouvement péristaltique se trouva considérablement augmenté et que les ondulations se succédèrent rapidement. Le malade éprouva une cuisson d'une espèce particulière dans les endroits touchés par les métaux. Le galvanisme parut augmenter l'action des glandes muqueuses et celle des vaisseaux exhalants, et rendre leurs secrétions plus abondantes. De grosses gouttes de suc intestinal coulèrent en peu de minutes sur les métaux.

— Un des grands avantages de l'emploi des courants continus est leur action très-rapide dans les coliques de plomb.

Certes, dans ces cas, les courants induits offrent également quelques avantages, mais ils sont beaucoup moins utiles que les courants continus. Hiffelsheim et Remak citent des cas nombreux de guérison rapide des coliques de plomb ; nous-même nous les avons employés avec succès dans cette affection. Mais il faut, en même temps, donner des purgatifs pour agir sur la constipation, et comme le fait remarquer Hiffelsheim, c'est là un de ces cas où un médicament impuissant avant l'électricité, ou n'agissant que lentement, devient efficace, après que celle-ci a imprimé une modification plus ou moins profonde au système nerveux local ou général.

Dans les coliques de plomb, il faut placer les électrodes des deux côtés sur la partie inférieure de la moelle. On agit ainsi et sur le système nerveux ganglionnaire et en même temps sur les nerfs qui se rendent aux muscles abdominaux, et dont la contracture contribue également à déterminer de la douleur.

Influence de l'électricité sur les fibres musculaires de la matrice.

L'électricité a été employée par plusieurs médecins pour déterminer et augmenter les contractions de la matrice. Les premiers qui se soient servis de ce procédé sont Bertholon et G. Herder (1803); après eux, Schreiber, Jacoby, Radford, Wilson, Mackenzie, Dempsey, Barnes, Hongthon, etc., ont recommandé l'emploi des courants électriques dans les accouchements.

En France, la plupart des médecins, excepté M. Saint-Germain, considèrent l'électricité appliquée aux accouchements comme un moyen inutile et qui a de plus l'inconvénient d'être douloureux. Par contre, en Angleterre surtout, plusieurs accoucheurs le préfèrent même à l'emploi du seigle ergoté.

Selon Radfort (1), l'électricité : 1° détermine des contractions plus énergiques que le seigle ergoté; 2° elle provoque les contractions instantanément, tandis que le seigle ergoté n'agit qu'au bout d'un temps plus ou moins long ; 3° on peut mieux limiter l'influence de l'électricité ; 4° les contractions déterminées par l'électricité sont normales et agissent plus énergiquement pour l'expulsion de

(1) *The Lancet*, 1853, vol. II, p. 500. — Voy. Meyer, *loc. cit.*, p. 381

l'enfant, tandis que celles déterminées par le seigle ergoté sont moins naturelles et souvent amènent une contracture qui met la vie de l'enfant en danger ; 5° d'après Ramsbothan, Wright et Barnes, le seigle ergoté peut, après son absorption par la mère, pénétrer également dans la circulation du fœtus, et ces auteurs citent quatre observations où, après l'administration du seigle ergoté à la mère, les enfants périrent par contracture musculaire, quelques heures après leur naissance ; 6° l'électricité peut encore être employée, alors que la faiblesse de la mère ou les vomissements empêchent l'absorption de tout médicament ; 7° l'électricité peut être employée conjointement avec d'autres moyens thérapeutiques.

Voici également quelques-unes des conclusions de M. le docteur Saint-Germain :

« Toutes les fois que, le travail étant commencé et les douleurs se succédant régulièrement et périodiquement (tous les quarts d'heure environ), nous avons appliqué sur les régions lombaires les deux rhéophores, nous avons remarqué, au bout d'un temps très-court, une activité nouvelle se manifester dans les contractions utérines et les douleurs se rapprocher rapidement.

» Nous avons également constaté que chacune des contractions produites ou provoquées par l'électricité était beaucoup plus longue que les autres et beaucoup plus douloureuse aussi.

» La dilatation du col nous a paru marcher constamment avec rapidité sous l'influence de l'excitation galvanique.

» Dans tous les cas observés par nous jusqu'ici, l'expulsion du placenta a suivi immédiatement celle de l'enfant, soit que cette expulsion se fît spontanément au dehors de la

vulve, soit qu'on sentît aussitôt après l'expulsion de l'enfant le placenta dans le vagin et qu'on pût l'extraire sans aucune violence.

» Dans aucun cas l'enfant n'a paru souffrir de l'action de l'électricité, et bien que presque à chaque application il ait accusé, par des mouvements actifs manifestes, sa sensibilité au courant, dans aucun cas, dis-je, il n'a paru se trouver lésé dans ses diverses fonctions.

» Nous en dirons autant de la mère. Toutes les femmes sur lesquelles nous avons expérimenté la méthode de la galvanotocie ont parfaitement supporté les séances de vingt minutes avec une demi-heure de repos. Leurs accouchements très-rapides n'ont donné lieu à aucun accident fâcheux, et les suites en ont été très-heureuses. »

Les expériences physiologiques que nous avons rapportées ci-dessus indiquent bien l'influence des courants induits sur les contractions utérines, et certainement, sans partager l'enthousiasme de Bornes et de Radfort, nous croyons que les accoucheurs ont là un moyen précieux dont ils ne se servent pas assez en France.

Nous avons observé, dans nos recherches physiologiques sur la contraction des fibres lisses, que le chloroforme diminuait l'énergie des contractions, et par conséquent, c'est surtout dans les cas où l'on chloroforme les femmes en travail, que l'emploi de l'électricité pourrait offrir une grande utilité.

Nous avons également vu que les courants continus provoquaient des différences d'action selon la direction des courants, et que l'application directe des courants sur la matrice n'avait qu'une action très-faible. Ici, comme pour les intestins, l'électrisation des centres nerveux est plus

importante, et Mackenzie a également observé que le courant continu, un pôle appliqué sur la partie inférieure de la moelle, et l'autre sur la matrice, déterminait des contractions plus énergiques qu'en les plaçant tous les deux directement sur la matrice.

Les courants électriques ont également été employés dans les accouchements prématurés. Dempsey, Benjamin Frank et Golding-Bing citent plusieurs observations où ils se sont servis de ce procédé. Ils recommandent leur emploi, surtout au moment où le col de la matrice est entr'ouvert soit par le moyen d'une sonde, soit par l'éponge préparée. Leur application provoque les contractions et leur donne de suite une marche normale.

Dans certains cas de tumeurs utérines, les courants électriques peuvent également rendre de grands services.

Tyler Smith rapporte un cas dans lequel un polype de l'utérus, qui ne pouvait être saisi d'aucune manière par l'opérateur, fut suffisamment expulsé hors de l'utérus par les contractions provoquées par l'électricité, pour permettre d'y faire une ligature et d'extirper ainsi la tumeur.

Il cite également l'observation d'une femme de quarante-deux ans, qui avait eu huit enfants et trois fausses couches, chez laquelle l'utérus venant à augmenter et à atteindre l'ombilic, on crut à une grossesse.

Le manque de battements de cœur et l'ouverture du col de la matrice firent croire à un fœtus mort. L'emploi des courants électriques provoqua des contractions utérines, qui amenèrent l'écoulement d'une grande quantité d'hydatides.

Enfin, Beauvain, Fano et Tripier ont employé l'électricité pour redresser les flexions utérines. Selon M. Tripier,

l'électrisation remplirait les deux indications suivantes : 1° elle ferait cesser la déformation primitive, en rendant aux fibres musculaires de la face postérieure dans l'antéflexion, de la face antérieure dans la rétroflexion, une tonicité qui mettrait obstacle à la tension passive de cette face et contribuerait au redressement de la face opposée ; 2° elle rappellerait les conditions normales de la nutrition en agissant sur le tissu musculaire.

Nous avons déjà étudié les engorgements de la matrice dans le chapitre consacré aux phénomènes vasculaires de la matrice, page 209 et suivantes.

AFFECTIONS DES VOIES URINAIRES.

Influence de l'électricité sur les fibres musculaires de la vessie.

Paralysies de la vessie. — Les courants électriques ont depuis longtemps été employés dans les paralysies de la vessie ; cependant l'emploi des courants induits ne paraît pas avoir donné un grand nombre de succès. M. Duchenne ne dit pas s'il a obtenu des guérisons par ce moyen, et A. Becquerel avoue que d'après ses observations, l'insuccès est très-probable dans la plupart des cas.

A. Becquerel et M. Duchenne ont été plus heureux dans les cas où la tunique musculeuse se laisse distendre par suite de l'anesthésie de la vessie.

M. Duchenne admet de plus que la dysurie peut être produite par la paralysie des muscles de l'abdomen. Cette cause de dysurie est purement théorique, et nous n'en trouvons d'observation dans aucun auteur.

Les principaux procédés pour électriser la vessie par les

courants induits sont tantôt l'introduction dans la vessie d'une sonde d'argent libre à son extrémité et isolée de la muqueuse de l'urèthre par une sonde en caoutchouc, en même temps que le deuxième excitateur est placé dans la partie de l'intestin qui correspond au bas-fond de la vessie.

D'autres fois on n'agit que sur la vessie. A cet effet, M. Duchenne emploie un excitateur vésical composé de deux conducteurs isolés dans une sonde de caoutchouc. Enfin, lorsqu'on ne peut introduire une sonde dans la vessie, on place un excitateur dans le rectum et le deuxième excitateur humide sur la région hypogastrique.

L'emploi des courants continus est bien préférable dans tous les cas de paralysie de la muqueuse vésicale, et les expériences physiologiques le démontrent. Nous avons observé, en effet, chez des chiens et des lapins, que l'application des courants électriques, directement sur la vessie, n'amenait que très-difficilement des contractions de cet organe, et, de plus, ce qui est d'une grande importance, que les courants continus appliqués sur la vessie, comme sur toutes les fibres musculaires, déterminent encore des contractions, alors que les courants induits, même très-énergiques, n'en peuvent plus provoquer. Mais, ce qu'il faut surtout remarquer, c'est que la paralysie de la vessie est rarement une affection purement locale, elle existe presque toujours en même temps que d'autres affections, dont, la plupart du temps, elle est la conséquence. Or, les courants induits ne peuvent agir que lentement, et leur utilité est peu considérable par cela seul que la lésion locale est d'une importance secondaire.

De plus, il est difficile ou douloureux dans beaucoup de cas d'introduire une sonde, et la présence de la sonde devient

encore souvent une cause d'irritation ; avec les courants continus, on peut presque toujours se dispenser de l'introduction de la sonde ; car on obtient des résultats très-avantageux, en n'électrisant uniquement que la moelle, en plaçant un pôle sur la moelle et l'autre sur le périnée ou le pubis.

Nous avons déjà dit, dans le traitement des affections chroniques de la moelle, qu'un des premiers résultats du traitement par les courants continus, et quelquefois même le seul, est le retour des contractions de la vessie et une miction normale.

Dans des cas assez rares, où la paralysie de la vessie existe seule, nous avons obtenu très-rapidement un succès complet avec les courants continus. Chez un vieillard de soixante-quatorze ans qui souffrait de la vessie depuis bien des années, et qui, depuis plusieurs mois, était constamment obligé de se sonder, M. le professeur Dolbeau nous pria d'essayer l'emploi des courants continus. Au bout de la deuxième séance, le malade put uriner sans sonde. — Nous lui fîmes encore huit séances ; et comme le cathétérisme n'était point douloureux, nous placions un des pôles dans la vessie au moyen d'une sonde contenant un conducteur métallique très-souple, et l'autre excitateur était placé sur la colonne vertébrale. — La guérison fut complète et se maintint plus d'une année. Au bout de ce temps le malade fut enlevé par une pneumonie.

Chez un autre malade, âgé de cinquante ans, nous eûmes également un succès aussi rapide et aussi durable. Au bout de trois à quatre séances, la miction normale put se faire, et au bout de dix séances, le jet d'urine était devenu vigoureux et normal.

Chez les enfants qui perdent leur urine pendant le sommeil, l'électrisation de la partie inférieure de la moelle amène une guérison radicale. Nous en avons eu trois exemples bien nets. L'un surtout est remarquable, car le malade, âgé de quatorze ans, fort et vigoureux, avait déjà employé tous les moyens thérapeutiques connus; M. Barth avait essayé successivement les remèdes internes, l'hydrothérapie, la gymnastique, etc. — L'emploi des courants continus seul produisit une guérison complète. La suspension du traitement, au bout d'un certain nombre de séances, avait de nouveau fait reparaître les mêmes accidents, qui disparurent complétement et pour toujours au bout d'une trentaine de séances (trois séances par semaine).

Dans ces cas, nous n'électrisons absolument que la partie inférieure de la moelle, avec un courant descendant d'intensité moyenne. On comprend combien ce procédé est avantageux surtout chez les enfants, où il est important de ne pas faire de cathétérisme et de ne pas exciter les organes génito-urinaires.

Lorsqu'on introduit un des pôles dans la vessie, au moyen d'une sonde, il faut injecter de l'eau pour empêcher toute action électrolytique et pour électriser toute la surface interne de la vessie. Il nous a également, dans tous ces cas, paru bien préférable de mettre le pôle positif dans la vessie.

Meyer cite plusieurs cas d'incontinence d'urine chez des enfants (*enuresis nocturna*) guéris par les courants électriques.

Benedickt rapporte également des cas de guérison chez des personnes ayant cette infirmité depuis dix-neuf ans et même vingt-deux ans.

Il est donc incontestable que les courants continus ont une action puissante sur la vessie et constituent, dans toutes ces affections, un agent thérapeutique d'autant plus précieux, qu'ils agissent sans provoquer d'excitation et sans nécessiter d'opération douloureuse.

Spasmes de la vessie et de l'urèthre. — L'influence des courants continus dans les spasmes de la vessie et de l'urèthre est des plus remarquable, et il est peu d'affections où l'emploi des courants continus soit aussi utile.

Nous avons soigné plusieurs cas avec succès, dans lesquels les malades se plaignent de pesanteur du côté de la vessie, d'envies fréquentes d'uriner, de ténesme, d'érections douloureuses pendant la nuit, et, après fort peu de séances, tous ces phénomènes disparaissent presque comme par enchantement.

Les influence cérébrales et l'excitabilité du système nerveux ont une grande influence sur les spasmes de la vessie; aussi la guérison n'était-elle jamais durable, si ces différentes causes ne se modifient pas. Mais, ce qu'il y a de positif, c'est que l'électrisation de la moelle avec un courant descendant amène très-rapidement un grand soulagement dans des douleurs locales, et qu'en même temps il agit sur l'état général et diminue l'excitabilité du système nerveux.

Cette influence des courants continus sur les spasmes de la vessie et de l'urèthre peut également être utiliséé dans les opérations chirurgicales, et avec M. le docteur Reliquet, nous avons eu l'occasion de les expérimenter dans ces cas. Les résultats obtenus sont consignés tout au long dans l'ouvrage de M. Reliquet : *Traité des opérations des voies urinaires*. Nous n'en citerons que les faits suivants :

Chez un malade, qui avait une pierre volumineuse dans la vessie, et des plaques calcaires adhérentes à la paroi vésicale, le cathétérisme était tellement douloureux, que l'inspection de la vessie au moyen d'une sonde était presque impossible. Les courants continus furent employés dans le but d'agir sur la sensibilité et de diminuer les spasmes, une sonde coudée en gomme est conduite dans la vessie, on injecte avec la plus grande lenteur de l'eau tiède ; il en pénètre à peine 10 grammes. Puis on pousse dans la sonde, tout en maintenant le doigt sur l'orifice du pavillon, un mandrin en laiton, et on bouche la sonde avec un fausset. Le pôle positif est uni au mandrin, et le négatif, une large plaque humide, est appliqué sur l'abdomen. Au début du courant il y a une légère douleur ; puis peu à peu il se produit un bien-être. La présence de la sonde dans la vessie et l'urèthre ne détermine plus de gêne. Après quatre minutes de ce courant électrique constant, on enlève les électrodes et le mandrin, on débouche la sonde, et on pousse du liquide dans la vessie. La tolérance est telle, que l'on peut injecter 150 grammes d'eau tiède avant de provoquer le moindre besoin d'uriner.

La vessie ainsi dilatée, on introduit le lithotribe explorateur.

L'état douloureux reparaissant (déjà le liquide est chassé par-dessus l'instrument), on retire le lithotribe. La vessie se vide spontanément, et le cortége des douleurs qui succèdent habituellement à la miction apparaît. Immédiatement nous faisons une nouvelle application, et de la même façon, des courants continus ; nous voyons de suite l'état douloureux cesser et le calme complet s'établir.

Dans l'observation suivante les courants continus ont eu une action favorable sur les spasmes de la vessie, de l'urèthre et des uretères.

M. B..., âgé de vingt et un ans, marin. Au mois de septembre 1869, il est pris tout à coup d'une douleur à l'extrémité de la verge et de difficulté d'uriner; ces douleurs augmentèrent de plus en plus, et les envies d'uriner deviennent excessivement fréquentes. L'urine ne sort plus que par un jet saccadé, quelquefois même il n'y a plus de jet malgré les efforts.

Au bout de quelque temps, le malade éprouve de plus des douleurs dans l'anus et les reins, tantôt dans le côté droit ou le côté gauche, tantôt dans les deux à la fois. Les érections sont fréquentes et très-douloureuses.

Après une période de quinze jours, où il y a eu un peu de mieux à la suite d'un traitement interne par les pilules de térébenthine, tous les phénomènes précédents réapparaissent. M. le docteur Reliquet est consulté à cette époque, et trouve à l'examen des voies urinaires un spasme énergique de l'urèthre. Après le premier examen, il y a une diminution des douleurs, mais l'introduction de sondes étant faite encore les jours suivants, les douleurs réapparaissent. C'est alors que M. Reliquet essaya l'emploi des courants continus, et, selon les faits de ce genre que nous avions déjà observés, nous lui conseillâmes de mettre le pôle négatif du côté des fibres lisses contracturées. Le pôle négatif fut donc placé dans la vessie et le pôle positif sur l'hypogastre.

Après la première séance, il n'y eut aucun résultat. Après la seconde, le jet est plus roide, les douleurs en urinant sont moins vives, mais les envies d'uriner sont encore fréquentes.

M. Gosselin, consulté à ce moment, conseille de continuer l'électrisation. Tous les jours, M. Reliquet fait alors une séance, et constamment il met le pôle négatif dans la vessie et le pôle positif sur l'hypogastre ou sur le périnée. Les douleurs diminuent très-vite, la vessie reçoit de plus en plus de liquide, jusqu'à 220 grammes. Les envies d'uriner deviennent de moins en moins fréquentes, et le 31 janvier 1870 (le traitement électrique avait été commencé le 25 janvier 1870) le malade n'urine que trois fois en douze heures.

Le 2 février, après avoir marché beaucoup et s'être exposé à l'humidité, le malade est pris d'une rechute et d'un peu d'embarras gastrique. — Eau de Pullna. — Les séances d'électricité sont cependant continuées, et les douleurs disparaissent complétement.

Le 18 février, étant au théâtre, le malade est pris d'une douleur violente dans le rein droit. Les urines se chargent de suite, les envies fréquentes d'uriner reparaissent, ainsi que les douleurs vives de la miction. L'état saburral s'établit avec une fièvre un peu intense, mais continue. Purgatifs ; sulfate de quinine, repos absolu.

Le 23 février, la douleur des reins est toujours très-violente ; par la palpation on trouve la région du rein droit comme gonflée et empâtée. Ce jour on fait une séance d'électricité en plaçant le pôle positif sur le flanc droit au niveau du rein et le pôle négatif sur le périnée.

Dans la nuit du 23 au 24 février, le malade rend une assez forte quantité de graviers (d'urate double de soude). Dans la journée il en rend encore quelques uns. Le soir, fièvre très-intense. Purgatifs, sulfate de quinine. La fièvre baisse, mais il reste toujours de la douleur dans le rein droit et comme un empâtement profond du foie.

A partir du 1er mars, le malade prend 2 grammes de benzoate de soude par jour. Il rend des cristaux rouges en assez grande quantité; mais les envies d'uriner sont toujours fréquentes et la miction très-douloureuse.

Le 4 mars, on reprend l'électrisation de la vessie ; celle-ci se distend de plus en plus, les envies d'uriner s'espacent et la douleur de la miction finit par disparaître. En même temps la constipation cesse.

Le 10 mars, M. B... se plaint de malaises ; depuis quelques jours, il ne rend plus de graviers.

On applique alors de nouveau le pôle positif sur le rein droit, et le pôle négatif dans la vessie. Le lendemain, le malade rend une grande quantité de grains rouges d'urate, et le malaise disparaît.

L'électrisation est continuée tous les jours jusqu'au 23 mars. La vessie à cette époque reçoit facilement 220 grammes d'eau, les urines sont claires, les envies d'uriner sont peu fréquentes et les douleurs ont disparu. Après chaque séance, il survient un peu d'excitation.

Le 28 mars, le malade dit qu'il ne souffre plus du tout, et qu'il n'urine qu'une fois dans la nuit.

Influence de l'électricité sur les fibres lisses des vésicules séminales. Spermatorrhée.

Les courants continus nous ont donné dans trois cas très-nets de spermatorrhée de très-bons résultats.

Antoine F..., âgé de vingt ans, ouvrier lithographe, est, depuis quatre ans, sujet à des vertiges et à des attaques qui ressemblent complétement à des attaques hystériques. Par moment, et surtout lorsqu'il se lève, il se sent perdre connaissance, il reste pendant quelque temps sans pouvoir se remuer. Parfois il a des mouvements incoordonnés, et lâche les objets qu'il tient dans sa main. — Affaiblissement général et maux d'estomac. Excès d'onanisme.

Depuis trois ans, il s'est aperçu que lorsqu'il allait à la selle, il perdait un peu de liqueur spermatique ; ces pertes ont augmenté beaucoup depuis cette époque, et actuellement, elles sont très-fortes au moindre effort.

Nous examinons au microscope le liquide expulsé, et nous constatons la présence de spermatozoïdes, en assez grande quantité.

Au bout de quelques séances, courant descendant sur la moelle et application pendant quelques minutes du pôle positif sur le périnée et du pôle négatif sur la région sacro-lombaire ; les accès hystériformes diminuent et les pertes sont moins fréquentes.

Guérison complète au bout de six semaines.

— D..., ouvrier sculpteur, trente-un ans, est depuis plusieurs années sujet à des pertes nocturnes. Depuis un an, ces pertes ont augmenté notablement, elles sont devenues très-fréquentes la nuit, et existent également quelquefois le jour après la moindre excitation ou les grands efforts de défécation.

L'état général se ressent de ces pertes : vertiges, éblouissements, maux de tête, douleurs dans le dos et dans les reins, perte d'appétit, lassitude générale. Quinze séances d'électrisation par les courants continus améliorent l'état général et font cesser les pertes séminales.

L'observation suivante est relative à un étudiant en médecine de troisième année, que nous avons traité et qui a lui-même rédigé la note suivante :

Sans avoir jamais eu ni blennorrhagie, ni syphilis, voilà trois ans à peu près que j'ai des pollutions nocturnes assez fréquentes. Je n'y fis d'abord aucune attention, mais bientôt elles amenèrent une fatigue générale et presque l'impossibilité de préparer mes examens. Je consultai mon chef de service qui me conseilla des bains froids. Les pertes diminuèrent à la suite de ce traitement, mais elles revinrent plus fréquentes trois mois après, et ma santé générale commença à en souffrir d'une manière notable. Je pris du bromure de potassium pendant cinq à six mois, puis successivement des préparations de valériane, de belladone, de quinquina ; mes pertes continuèrent pendant toute cette époque. L'emploi des courants continus seul les a diminuées, et je viens de passer vingt jours sans avoir la moindre pollution nocturne.

Hypertrophie de la prostate. — On a employé les courants électriques dans l'hypertrophie de la prostate. M. Tripier rapporte une observation où les courants induits réduisirent le volume de cet organe. MM. Chéron et Moreau-

Wolf ont également publié plusieurs observations où les courants continus firent disparaître l'hypertrophie de la prostate.

Nous avons eu à soigner plusieurs cas de ce genre, et nous nous hâtons de dire qu'il est très-important de distinguer les différents genres d'hypertrophie de la prostate, car pour nous, nous ne croyons pas que l'électricité ni quelque traitement que ce soit puisse faire disparaître l'hypertrophie proprement dite de la prostate, mais elle peut agir sur les tissus vasculaires et musculaires de cet organe. Ce sont surtout les phénomènes vasculaires qui sont rapidement amendés par l'emploi des courants continus. Chez un malade qui avait eu une prostatite aiguë, et qui, à la suite de cette affection, avait toutes les nuits des érections douloureuses, des envies d'uriner qui le réveillaient presque à chaque heure, on sentait très-bien à ces moments un gonflement plus marqué de la prostate. Dès la troisième séance, la plupart de ces symptômes furent notablement améliorés, sans que pour cela nous ayons eu recours aux procédés plus ou moins ennuyeux et quelquefois dangereux, qui consistent à introduire des conducteurs métalliques soit dans l'urèthre, soit dans le rectum. Nous nous contentions d'électriser la moelle et d'agir sur la prostate en plaçant un des rhéophores sur le périnée.

Les engorgements de la prostate sont presque toujours accompagnés de spasmes de la vessie et de l'urèthre, de congestions passives du côté des organes génito-urinaires, et ce sont surtout ces symptômes que les courants continus parviennent à faire disparaître très-rapidement.

En résumé, les courants continus, par leur influence tonique et calmante, sont d'un secours très-utile dans les affec-

tions des voies urinaires. Leur pénétration dans la profondeur des tissus leur donne de plus ce grand avantage qu'on peut les employer à l'extérieur du corps, sans être, la plupart du temps, obligé d'introduire les excitateurs dans l'intérieur des organes.

CHAPITRE IV

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA NUTRITION GÉNÉRALE.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES.

Nous avons déjà vu l'influence des courants électriques sur les phénomènes d'endosmose et d'exosmose; il est incontestable qu'en traversant les corps vivants, les courants électriques doivent agir de la même façon sur ces phénomènes, c'est-à-dire les augmenter. La nutrition est constituée par un mouvement continu d'échange moléculaire, qui se fait par endosmose et exosmose, et par conséquent en augmentant ces phénomènes, on active la nutrition.

Pour apprécier l'activité plus ou moins grande de la nutrition, le meilleur moyen est de rechercher les variations qui surviennent dans l'élimination de l'urée. Quelques physiologistes soutiennent, il est vrai, que l'urée n'est pas formée directement dans les tissus, et qu'elle ne se forme que dans les reins. Sans entrer dans les détails de cette question, nous ferons seulement remarquer que l'urée est un produit d'oxydation des substances azotées, et que lors même qu'elle n'existerait pas toute formée dans le sang, les substances qui lui donnent naissance doivent être dans le sang avant son entrée dans le tissu rénal. Les reins peuvent

peut-être déterminer la formation de l'urée, mais en agissant isomériquement pour ainsi dire, car nous croyons qu'il serait absurde de soutenir que les oxydations des substances azotées ne se font que dans les reins. Quelle que soit la théorie qu'on adopte, on peut donc toujours juger de l'activité de la nutrition des tissus par la plus ou moins grande quantité d'urée qui est éliminée.

Nous avons expérimenté principalement sur les lapins, à cause de la facilité du cathétérisme de ces animaux ; dans quelques cas, c'est sur nous-mêmes que les observations ont été prises, mais alors les résultats sont moins frappants, à cause des ménagements employés quant à la durée et à l'intensité de l'électrisation.

Sur les lapins nous avons fait nos recherches de plusieurs façons, en variant l'excitation électrique et le mode d'examen de l'urine. Généralement l'électrisation durait une demi-heure, l'un des rhéophores était placé sur une patte postérieure et l'autre dans la région lombaire. Pour l'analyse de l'urée, nous avons suivi le procédé de M. Lecomte, qui consiste à doser l'azote de l'urée, traitée par les hypochlorites alcalins. Dans le résumé des observations, nous donnons la quantité d'azote obtenue (37 centimètres cubes d'azote correspondent à un décigramme d'urée).

Nous avons d'abord analysé l'urine avant et après l'électrisation, sans tenir compte de la quantité totale d'urine et du temps pendant lequel elle était sécrétée. On constatait ainsi que l'urine examinée après l'emploi des courants interrompus contenait beaucoup moins d'azote qu'avant l'électrisation; après les courants continus centrifuges nous trouvions également moins d'azote ; mais nous en trouvions beaucoup plus après les courants centripètes. Voici quel-

ques chiffres qui représentent l'azote retiré de 10 grammes d'urine :

COURANT ASCENDANT.		COURANT DESCENDANT.	
Avant.	Après.	Avant.	Après.
cc	cc	cc	cc
9	21	25	17
43	60	34	21

Remarquons que la quantité d'urée est extrêmement variable chez le lapin, suivant qu'il est à jeun ou en digestion, malade ou bien portant ; c'est ce qui explique les différences notables de nos analyses.

Sans vouloir citer toutes les observations, nous mentionnerons des analyses analogues de l'urine de l'un de nous, faites avant et après l'électrisation sur la colonne vertébrale :

COURANT ASCENDANT.		COURANT DESCENDANT.	
Avant.	Après.	Avant.	Après.
cc	cc	cc	cc
50	53	50	47
40	45	76	71

sur 10 grammes d'urine pour chaque analyse.

Aux mêmes heures, l'urine ayant été examinée à deux reprises, mais sans l'intervention de l'électricité, nous trouvons des différences insignifiantes :

Urine n° 1	50 cc
Urine n° 2	51

Les expériences instituées de cette façon sont insuffisantes, elles montrent seulement que, pour la même quantité d'urine, il y a plus d'azote avec le courant ascendant et moins avec le descendant.

Dans une autre série d'observations, nous examinons l'urine sécrétée en vingt-quatre heures, avant et après

l'électrisation. Le lapin était placé dans une cage destinée à recueillir l'urine, et électrisé pendant une demi-heure.

URINE DE 24 HEURES, COURANT DESCENDANT.

Avant l'électrisation.		Après l'électrisation.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr	cc	gr	cc
190	494	180	414
313	682	220	462

URINE DE 24 HEURES, COURANT ASCENDANT.

Avant l'électrisation.		Après l'électrisation.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr	cc	gr	cc
143	252	218	462
250	325	245	343

On voit, par ces nombres, que l'on n'obtient pas de cette manière des résultats bien tranchés, et cela se comprend, car l'influence du courant s'exerce pendant le passage de celui-ci et quelque temps après ; mais, au bout d'une heure ou deux, l'animal se trouve dans les conditions ordinaires, et même il fabrique plus d'urée s'il y a eu diminution de celle-ci pendant l'électrisation, et moins s'il y a eu augmentation, de sorte qu'il s'établit une sorte d'équilibre, et que l'on ne peut juger ainsi exactement ce qui appartient aux courants.

Laissant donc de côté un grand nombre d'observations, nous arrivons au procédé le plus rationnel, qui consiste à analyser l'urine sécrétée en un temps donné, à électriser ensuite, puis à analyser de nouveau l'urine sécrétée pendant et après l'électrisation, en un temps égal au premier ; quelquefois on continuait, d'heure en heure, la recherche de l'urée.

Courants interrompus. — Nous avons employé l'appareil électro-médical de Gaiffe, au bisulfate de mercure, en ayant

soin que le courant fût aussi faible que possible et insensible aux doigts humides; les rhéophores munis d'une aiguille étaient enfoncés sous la peau.

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr	cc	gr	cc	gr	cc	gr	cc
6,5	9,5	5,0	6,0	15,0	22,0	»	»
5,0	9,0	4,0	4,8	15,0	18,0	5,0	15,0
10,0	49,0	8,0	18,0...	L'animal urine abondamment pendant la nuit; 10 grammes de cette urine donnent 85 centig. cubes d'azote.			

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr	cc	gr	cc	gr	cc	gr	cc
5,0	25,0	1 goutte.	»	18,0	43,0	»	»
6,0	12,5	1 goutte.	»	6,0	12,0	»	»
34,0	54,4	16,0	35,0	32,0	57,6	»	»
6,0	8,4	5 gouttes.	»	13,0	16,9	3,0	6,0

On remarquera que l'influence du courant se prolonge souvent après la cessation de l'électrisation, et qu'ensuite il y a une sorte de réaction et exagération dans la formation de l'urée.

COURANTS CONTINUS CENTRIFUGES (obtenus avec un appareil Rémak, 18 éléments).

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr	cc	gr	cc	gr	cc	gr	cc
4,5	20,0	15,0	14,0	4,0	12,0	7,0	16,0
7,0	10,5	8,0	8,0	»	»	»	»
6,0	18,2	18,8	17,0	»	»	»	»
6,0	19,0	8,0	18,0	25,0	22,0	»	»
6,0	10,0	10,0	8,0	»	»	»	»

COURANTS CONTINUS CENTRIPÈTES.

En une heure avant l'électrisation.		Après, d'heure en heure.					
		1re heure.		2e heure.		3e heure.	
Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.	Urine.	Azote.
gr	cc	gr	cc	gr	cc	gr	cc
4,0	6,0	5,0	10,0	»	»	»	»
3,0	10,0	8,0	17,0	3,0	7,5	5,5	19,0
3,0	5,5	12,0	18,0	»	»	»	»
4,0	6,0	9,0	13,5	»	»	»	»
9,0	16,0	11,0	18,0	10,0	11,0	»	»
4,0	4,2	5,0	20,0	»	»	»	»
7,0	21,5	8,0	32,5	24,0	33,6	»	»
2,5	7,5	4,0	12,0	»	»	»	»
9,0	11,6	12,5	22,0	»	»	»	»
14,0	21,0	7,0	22,4	8,5	22,0	»	»

D'après ces chiffres, on reconnaît : 1° que les courants interrompus diminuent la quantité d'urine ainsi que la quantité d'azote; mais quelque temps après l'application des courants, ces quantités deviennent en général plus considérables; 2° que les courants continus centrifuges font habituellement baisser le chiffre de l'urée, et monter celui de l'urine; 3° que les courants continus centripètes exagèrent la production de l'urée sans accroître notablement la sécrétion de l'urine qui est même quelquefois diminuée. Telles sont les conclusions générales que nous pouvons tirer de plus de 250 analyses d'urines.

En électrisant nos animaux, avons-nous simplement modifié la sécrétion rénale en influençant la circulation? On sait, en effet, que les courants interrompus diminuent la circulation, et par conséquent les sécrétions, et nous avons démontré que le courant descendant augmentait le cours du sang, qui était au contraire ralenti par le courant ascendant. Cette interprétation pourrait être vraie en ce qui regarde la quantité d'urine, mais elle n'expliquerait pas

la diminution d'urée par les courants interrompus et son augmentation par les courants continus ascendants.

Nous sommes disposés à croire que les courants interrompus affaiblissent momentanément les phénomènes de nutrition générale, et que les courants continus, en facilitant l'endosmose et la dialyse, accroissent les échanges qui se font dans les tissus; en outre, le courant centripète, en agissant sur le système nerveux central, détermine une réaction plus forte, une sorte d'état fébrile artificiel qui nous explique ces effets.

— Pour étudier sous un autre rapport l'influence des courants continus sur la nutrition générale, nous avons électrisé tous les jours de jeunes chiens, nés au laboratoire et élevés tous par la mère.

Nous en prîmes d'abord trois au hasard, et nous les pesâmes deux jours après leur naissance (1er mars 1869).

N° 1 pesait.......	369 grammes.
N° 2 —	364 —
N° 3 —	382 —

Nous électrisâmes le n° 1 et le n° 2 tous les jours pendant un quart d'heure, en plongeant une des pattes de devant et une de derrière dans de l'eau tiède où se trouvaient les électrodes. Le n° 1 était électrisé avec un courant descendant, et le n° 2 avec un courant ascendant.

Le 22 mars, une nouvelle pesée nous donnait :

N° 1 (descendant) pesait.....	1k,456gr.
N° 2 (ascendant) —	1k,491

Le 31 mars :

N° 1 (descendant) pesait.....	1k,880gr.
N° 2 (ascendant) —	1k,900
N° 3 (non encore électrisé)...	1k,860

Nous laissâmes alors le n° 1 sans l'électriser, et, en sa place, nous électrisâmes tous les jours le n° 3. Le 15 avril, nous avions les résultats suivants :

N° 1 (n'étant plus électrisé) pesait....	2k,621gr.
N° 2 (électrisé depuis le 2 mars)......	2k,817
N° 3 (électrisé depuis le 31 mars),....	2k,763
N° 4 (jamais électrisé)..............	2k,345

Deux autres chiens, qui n'avaient jamais été électrisés, étaient morts pendant ce temps. Nous avons présenté ces jeunes chiens à la *Société de biologie,* et à la simple inspection, tous les membres présents ont constaté cette différence de développement.

Ces chiffres montrent que les chiens qui ont été électrisés sont ceux qui se sont développés le plus rapidement, et ils permettraient de conclure que les courants continus agissent sur la nutrition générale d'une manière très-efficace.

Néanmoins, nous ne le dissimulons pas, ces expériences n'ont qu'une valeur relative, car rien ne nous permet de supposer que tous ces jeunes chiens étaient issus du même père, et par conséquent on peut admettre que le hasard nous a fait choisir les chiens qui étaient de la race la plus grande.

Cependant les chiffres ci-dessus nous montrent que dès qu'un de ces chiens (n° 1) n'est plus électrisé, il perd proportionnellement aux autres de son poids, et, d'un autre côté, tous ces jeunes chiens paraissent être de la même race.

M. Bert, ayant répété cette expérience sur de jeunes cobayes, annonçait à une séance de la Société de biologie

du mois de juillet qu'il n'avait remarqué aucune différence entre les animaux électrisés et ceux qui ne l'étaient pas ; ajoutons que M. Bert rationnait les cobayes, ce qui ôte beaucoup d'intérêt à cette observation, car il est trop évident qu'un animal ne peut s'accroître plus rapidement que les autres qu'à la condition de se nourrir davantage ; une activité plus grande de la nutrition entraîne le besoin d'une alimentation plus copieuse. De plus, le procédé d'électrisation était défectueux pour deux raisons; M. Bert employait des piles de Bunsen, et, d'un autre côté, il plaçait un des rhéophores dans la bouche et l'autre dans le rectum.

Rien n'est plus propre à montrer la différence d'action des courants continus ou interrompus sur les tissus vivants que l'application de ces courants sur certains éléments de l'organisme qui ne possèdent ni nerfs, ni vaisseaux, et qui pourtant sont doués de mouvements, nous voulons parler des cils vibratiles et des spermatozoïdes.

Pour les spermatozoïdes, des expériences analogues aux nôtres ont été faites par MM. Prévost et Dumas; nous ne connaissions pas ces observations antérieures quand nous avons commencé nos recherches qui nous ont conduits à des résultats identiques.

Les cils vibratiles donnent une démonstration plus évidente encore que les spermatozoïdes ; en outre, le sens de leur mouvement étant toujours le même, on pouvait espérer qu'on trouverait une différence d'action pour les courants continus suivant le sens du courant ; en tout cas, c'était un fait intéressant à vérifier.

Voici, en quelques mots, comment nous disposons l'expérience : Sur une plaque de verre garnie de deux lames métalliques légèrement espacées, nous plaçons les épithé-

liums vibratiles ou les spermatozoïdes de façon qu'ils touchent les deux minces plaques de métal ; celles-ci sont mises en communication avec les appareils électriques munis d'un commutateur.

Les mouvements des cils vibratiles des cellules pharyngiennes de la grenouille sont notablement accélérés par le passage des courants électriques continus, quelle que soit la direction du courant ; l'observation est aussi nette que possible quand on agit sur des cils vibratiles dont les mouvements sont devenus très-lents : on les voit alors reprendre une nouvelle vigueur et s'agiter rapidement.

Les courants d'induction, à moins d'être excessivement faibles, ralentissent, au contraire, le mouvement, puis l'arrêtent complétement ; cependant, la vie des éléments anatomiques n'est pas abolie après la cessation des ondulations, à moins que le courant employé ne soit très-fort ; en effet, si l'on cesse d'électriser, ou mieux si l'on fait usage de courants continus, le mouvement revient peu à peu. L'expérience est plus difficile à exécuter avec les cellules à cils vibratiles de la trachée des mammifères, mais elle réussit également.

Pour les spermatozoïdes, les choses se passent à peu près de la même façon ; mais il n'y a pas autant de netteté, la différence d'action des courants continus et interrompus n'est pas aussi marquée, quoiqu'elle ne soit pas douteuse.

C'est en vain que nous avons tenté d'arrêter le mouvement vibratile des cils avec les courants continus en donnant à ceux-ci une direction opposée à celle du mouvement, c'est-à-dire en plaçant le pôle positif du côté où les cils s'abaissent et le négatif du côté où ils se relèvent ; contre notre attente, les ondulations devenaient plus rapides.

Pour expliquer ces faits, il est impossible de songer à une modification de la nutrition causée par l'électrisation de ces éléments séparés du reste de l'organisme ; il est impossible également d'invoquer la décomposition chimique des liquides, car l'augmentation dans la rapidité des mouvements est immédiate sous l'influence des courants continus. Il y a là simplement excitation de l'élément anatomique ; cette excitation se traduit ici par des mouvements, elle se manifesterait par une production de chaleur, de lumière ou d'électricité si l'élément était apte à déterminer ces phénomènes.

— Ces expériences nous amènent à répondre à quelques critiques de M. Duchenne, qui ont été publiées récemment, et que nous ne connaissions pas encore lorsque nous avons étudié l'influence de l'électricité sur la circulation.

M. Duchenne (1) nous reproche d'abord d'employer des courants trop intenses, et de faire « de la toxicologie ». — « Autant vaudrait soutenir, ajoute-t-il, que la foudre peut guérir la paralysie aussi bien que l'électricité sagement et méthodiquement administrée. »

Or, voilà pourquoi M. Duchenne nous accuse de faire de la toxicologie et de lancer la foudre. Parce que nous soutenons que l'électrisation du sympathique avec des courants induits détermine constamment le resserrement des vaisseaux et que les courants continus amènent une dilatation vasculaire.

Cl. Bernard, Brown-Séquard, Schiff, etc., ont soutenu et soutiennent encore la contraction artérielle sous l'influence des courants, et ce fait est tellement exact, que c'est presque

(1) *Examen critique des principales méthodes d'électrisation*. 1870, p. 13.

un axiome physiologique. Un courant qu'on peut facilement supporter sur la langue et qui ne détermine aucune contraction ni aucune sensation lorsqu'on l'applique sur la peau humide, est certes loin de ressembler à la foudre : eh bien ! avec un courant d'intensité aussi faible, on obtient toujours le resserrement des vaisseaux en électrisant le sympathique. D'ailleurs, pour juger des effets thérapeutiques de l'électricité, il faut expérimenter l'influence des courants électriques, avec une intensité relative à celle qu'on emploie chez l'homme, et nous croyons être toujours restés dans ces limites. Quelquefois, il est vrai, pour mieux juger de certaines actions et produire des résultats palpables, nous avons, comme cela arrive à tous les expérimentateurs, augmenté l'intensité des courants et exagéré les effets. Mais nous avons en même temps la précaution de le faire remarquer et de ne pas accepter toutes les conséquences de ces expériences.

Il est certain, néanmoins, que des courants induits d'une intensité *extrêmement* faible, ont, sur les tissus, une influence différente de celle qu'ils ont lorsque leur intensité est moyenne. C'est ainsi qu'en employant un courant induit qui n'est plus même perçu sur la langue, obtenu par le minimum d'intensité que l'on peut donner avec les appareils ordinaires, et qui, de plus, traverse encore plusieurs centimètres d'eau, on arrive à des résultats différents. Nous verrons cette différence d'action dans l'étude des mouvements du cœur, mais encore une fois, ce sont là des faits exceptionnels, et un mode d'emploi des courants électriques qui n'a lieu que dans les laboratoires. Chez l'homme, et en pratique médicale, ces conditions d'électrisation n'existent jamais.

Voilà les expériences ou plutôt l'expérience que M. Du-

chenne nous oppose et qui doit, à elle toute seule, démontrer : 1° Que toutes nos expériences sont erronées ; 2° *qu'à doses équivalentes* les courants continus et les courants d'induction ont une action identique sur le sympathique.

Un courant continu, dit-il (1), constant (d'une pile de 15 à 30 éléments au sulfate de plomb), parcourant le nerf sympathique dans une étendue de 3 à 4 millimètres au-dessous du ganglion cervical supérieur, a produit *un resserrement faible mais notable des vaisseaux, et la décoloration de l'oreille du même côté, pendant toute la durée de l'expérience.*

Lorsque antérieurement le nerf sympathique a été fortement excité, en d'autres termes, lorsque son excitabilité a été déjà plus ou moins épuisée, comme par le passage d'un fort courant d'induction ou par la section de ce nerf, le même courant continu, à 30 éléments et même à 15, a produit, au lieu du resserrement des vaisseaux, leur dilatation pendant toute la durée de l'expérience.

Un courant d'induction extrêmement faible (le minimum de l'extra-courant de mon appareil volta-électrique, passant à travers une colonne d'eau distillée de 22 centimètres de hauteur) et localisé de la même manière dans le sympathique, pendant trois minutes, a produit un faible resserrement des vaisseaux de l'oreille, dans la première demi-minute, et leur dilatation le reste du temps.

La même expérience renouvelée sur le sympathique d'un lapin qui, une heure auparavant, avait subi pendant trois minutes le passage d'un fort courant d'induction, mais chez lequel l'oreille avait repris sa vascularisation normale, a provoqué immédiatement la dilatation des vaisseaux, au point de rendre leurs ramifications les plus fines, visibles pendant trois minutes.

Un fort courant d'induction passant de la même manière dans le sympathique du lapin, qu'il eût été soumis ou non à des expériences antérieures, a produit, pendant tout le temps de son passage (trois minutes), un resserrement considérable des vaisseaux suivi, après la suspension de l'expérience, d'une dilatation énorme des vaisseaux, qui a persisté longtemps après l'expérience.

Ainsi, parce qu'un courant continu constant a produit

(1) *Loc. cit.*, p. 40.

dans cette expérience un resserrement faible mais notable des vaisseaux, toutes nos expériences seraient fausses ! Certes, si nous n'avions fait qu'une seule expérience, nous accepterions de confiance ce que M. Duchenne avance, mais nous avons répété nos expériences de toutes les manières, et, d'ailleurs, le fait que M. Duchenne a observé n'est nullement contraire à ce que nous avons dit et soutenu. En 1868 déjà, nous annoncions que *selon la direction du courant constant continu, on obtenait la dilatation des vaisseaux ou leur resserrement.* Cette différence d'action nous a paru moins facile à constater, en appliquant les électrodes directement sur le nerf sympathique (dans ces conditions il y a toujours une action électrolytique plus ou moins considérable), mais elle est très-nette dans les autres conditions. Nous ne regrettons donc qu'une seule chose, c'est que M. Duchenne ne dise point quelle direction avait son courant, car il est probable qu'au lieu de contredire nos recherches, son expérience aurait été une confirmation remarquable des nôtres.

M. Duchenne nous reproche encore d'avoir soutenu que la dilatation vasculaire qui se produit aussitôt après l'électrisation du grand sympathique par les courants induits, est due à une paralysie momentanée, une sorte de fatigue des fibres musculaires des artérioles. Cette explication nous paraît la plus logique, mais comme ce n'est qu'une théorie, nous sommes prêts à toutes les concessions.

Par contre, nous sommes inflexibles sur le second point que M. Duchenne a voulu démontrer, à savoir : qu'à doses équivalentes, les courants continus et les courants d'induction ont une action identique. Dans le cas particulier de son expérience, M. Duchenne veut démontrer que la *dose*

électrique du minimum de l'extra-courant de son appareil volta-électrique, passant à travers une colonne d'eau distillée de 22 centimètres de hauteur, est identique à la *dose* électrique d'un courant continu de 15 à 30 éléments au sulfate de plomb !

Nous voudrions bien connaître par quel procédé physique, chimique ou physiologique, on peut comparer la *dose* d'un appareil à courant continu et celle d'un courant volta-électrique. On peut comparer la tension, l'action chimique, la force électro-motrice, mais, même à ces différents points de vue, il est difficile et presque impossible d'avoir des actions identiques.

L'erreur de M. Duchenne, comme de beaucoup de médecins, est de comparer les sensations éprouvées par les deux courants. Selon eux, un courant qui produit une contraction aussi forte qu'un autre, est un courant de même dose. Quant à l'action lente, et pour ainsi dire silencieuse, du courant continu sur les phénomènes nutritifs, etc., ils ne les considèrent que comme des effets accessoires, ou ils n'y songent même pas.

Dans les paralysies traumatiques, dans les paralysies du nerf facial, où l'on remarque de si grandes différences d'action entre les deux espèces de courants, où est la mesure exacte de la dose ? Où est-elle dans les affections des centres nerveux, etc. ?

On pourrait croire que cette discussion entre M. Duchenne et nous, est une affaire de préférence pour l'emploi de tel ou tel courant.

Quant à nous, une telle préférence et un tel entêtement qui nous conduiraient à critiquer les moindres faits physiologiques, nous sembleraient ridicules. D'un autre côté, nous

n'avons absolument aucune raison, aucun intérêt pour louer une méthode d'électrisation aux dépens d'une autre. Mais il faut l'avouer, dans toutes ces questions, il y a une idée cachée qui est la cause du débat, mais une idée purement scientifique et qui n'a rien à démêler avec des préférences aveugles. M. Duchenne veut à toute force qu'il existe des nerfs vaso-moteurs dilatateurs et des nerfs trophiques, et il lui faut absolument trouver des faits physiologiques qui lui permettent de prouver que les courants induits produisent une hypérémie active en agissant sur les nerfs dilatateurs, en même temps qu'ils excitent les nerfs trophiques. Nous avons déjà dit combien cette théorie était hypothétique, et combien il était curieux que les courants électriques, en traversant les tissus, aillent justement agir sur des nerfs et des muscles que l'anatomie n'a pas encore découverts, et qu'ils viennent exciter avec prédilection ces fameux nerfs trophiques qui n'ont encore été vus que par les yeux de l'imagination.

Nous avons déjà discuté ces questions physiologiques que nous pouvons résumer ainsi :

Les courants induits agissent directement sur les nerfs vaso-moteurs, en déterminant le rétrécissement des artérioles ; après la cessation de l'électrisation, il y a une légère hypérémie et une élévation de la température.

La rubéfaction légère de la peau aux points en contact avec les excitateurs est due à plusieurs causes, dont une des plus importantes est la vacuité complète du réseau lymphatique sous-jacent, et aussi à la congestion vasculaire qu'amène toute irritation.

Ils agissent aussi par action réflexe, par l'excitation des nerfs sensitifs.

Ils augmentent également la tonicité musculaire des fibres des vaisseaux.

Ces effets des courants induits sont à peu près les mêmes sur tous les éléments ; en général, ils déterminent un resserrement des tissus, une sorte de contracture et d'immobilité, mais, dans quelques cas, leur action est moins énergique, et alors ils agissent comme tous les excitants ordinaires.

Quant aux courants continus, leur influence sur la nutrition s'explique par leur action sur les mouvements moléculaires et sur les combinaisons chimiques. De plus, ils font cesser toutes les irritations locales et les contractures.

Leur action sur les nerfs vaso-moteurs est différente selon leur direction ; les courants centripètes déterminent un resserrement des artérioles, les courants centrifuges déterminent, au contraire, une dilatation (1).

(1) Cette dilatation des vaisseaux peut être due, soit à la plus grande quantité de sang qui arrive, grâce aux contractions autonomes, soit à la distension plus facile des vaisseaux sous l'influence des courants descendants, car nous avons vu que le courant électrique marchant dans la direction naturelle du mouvement péristaltique amène une dilatation de l'intestin. Quelle que soit la théorie qu'on préfère dans ce cas particulier, elle n'est nullement opposée à celle de la contraction autonome des vaisseaux. Nous sommes d'autant plus persuadés de l'action péristaltique des vaisseaux, que pour expliquer les hypérémies actives, après l'hypothèse si hasardée des nerfs dilatateurs, on a admis, faute de mieux, une sorte d'action mystérieuse, une attraction du sang par les éléments anatomiques excités ou irrités. MM. Vulpian et Charcot ont une certaine tendance à admettre cette dernière hypothèse ; mais ils sont trop ennemis des idées métaphysiques, pour que ce mot d'*attraction* puisse les satisfaire, et d'ailleurs, ils admettront bien avec nous que, lors même que cette attraction existerait, il faut, pour que le sang arrive aux éléments en plus grande abondance, qu'il y soit amené par une action mécanique quelconque. Il ne vient pas de lui-même par le seul fait de l'attraction ; son mouvement n'est dû qu'à l'action du cœur ou à celle des vaisseaux périphériques. Or l'action du cœur restant la même,

Cette différence d'action, selon la direction des courants continus, peut également influer sur les phénomènes pathologiques. C'est ainsi que sur des lapins sur lesquels on avait déterminé une conjonctivite aiguë, M. le docteur Cochy-Moncan a vu la sécrétion purulente tarir plus rapidement pour l'œil où l'on employait les courants centripètes (1), que pour ceux où l'on employait les courants centrifuges ou sur lesquels on ne faisait agir aucun courant.

RECHERCHES CLINIQUES

Paralysies à la suite d'affections aiguës.

Il survient souvent des atrophies musculaires ou des paralysies, à la suite de maladies aiguës, de cachexies ou d'intoxications.

Les paralysies qui sont le résultat de l'intoxication saturnine sont très-communes, et nous avons déjà indiqué que, dans ces cas, il était utile d'électriser les muscles paralysés avec les courants continus et les courants induits. De plus, comme Remak l'a découvert, l'électrisation du plexus cœliaque par les courants continus fait cesser les douleurs si intenses de la colique de plomb.

On a observé des paralysies survenant après la fièvre typhoïde, la scarlatine, la variole, la dyssenterie, la diphthérie, etc. Après la fièvre typhoïde, il reste presque tou-

il faut toujours admettre en dernière analyse une action des vaisseaux. D'un autre côté, si cette action n'est due ni à une paralysie, ni à une dilatation directe, il faut bien admettre une contraction péristaltique favorisant le mouvement du sang.

(1) Voyez la thèse de M. Cochy-Moncan, *De l'influence des courants électriques sur la circulation*. 1870.

jours, pendant quelque temps, une faiblesse générale et un affaiblissement de la force musculaire. L'altération anatomique subie par les muscles, pendant la fièvre typhoïde, explique très-bien la nature de cette faiblesse générale. On observe encore souvent des anesthésies cutanées et des lésions trophiques.

Lorsqu'il existe, avant le début de la maladie, une paralysie ou des atrophies musculaires, ces affections augmentent quelquefois. Nous avons vu une atrophie musculaire faire de grands progrès chez une personne de quarante ans atteinte de variole, qui avait depuis son enfance une paralysie spinale infantile du côté de la jambe gauche et qui était restée parfaitement stationnaire jusqu'à cette dernière maladie.

D'un autre côté, on voit souvent des paralysies hystériques guéries complétement à la suite de fièvres éruptives.

Le pronostic des paralysies survenant à la suite de maladies aiguës est en général favorable. Benedikt, Meyer, etc., citent des observations où les courants électriques ont très-rapidement guéri des paralysies survenant à la suite de fièvres typhoïdes.

Benedikt a vu chez un enfant de trois ans une hémiplégie apparaître à la suite de la scarlatine. Chez un enfant de quatre ans, à la suite d'une affection présentant tous les symptômes d'une péritonite, il survint une paralysie spinale infantile.

Benedikt a également guéri une paralysie qui s'était produite huit jours après le début d'un érysipèle.

A la suite de la diphthérie, on observe souvent des paralysies soit des nerfs de mouvement, soit des nerfs de sensi-

bilité. Nous avons traité une paralysie du voile du palais à la suite d'une angine diphthérique qui a parfaitement guéri par l'emploi des courants continus.

Voici enfin une observation où les symptômes morbides sont survenus à la suite d'une variole.

St..., employé, âgé de trente-huit ans, sans maladie antérieure, a été atteint d'une variole au commencement du mois de mai 1870. La maladie a un cours régulier, mais au bout de quinze jours, à partir du début de l'affection, il éprouve de la douleur dans l'avant-bras. Cette douleur persiste depuis cette époque, elle est continue, assez violente, empêchant même le malade de dormir. Tous les mouvements de l'avant-bras et des doigts s'effectuent normalement. Complétement remis de sa maladie, le malade essaie d'écrire, mais il ne peut tenir la plume, il ne peut appuyer la main, et de plus il éprouve du tremblement. Il ressent en même temps des picotements et des fourmillements dans le petit doigt et l'annulaire et tout le long du côté interne de l'avant-bras. Il y a en même temps un peu de gonflement, mais très-léger, dans la main, entre le petit doigt et l'annulaire.

On emploie inutilement des bains sulfureux, des frictions sèches, des lotions ammoniacales.

Au bout de huit séances, pendant lesquelles nous électrisons la partie supérieure de la moelle et le grand sympathique, il fut complétement guéri.

Dans toutes ces affections qui succèdent à des fièvres éruptives ou à d'autres maladies aiguës, qui accompagnent les cachexies, il faut surtout électriser la moelle et le grand sympathique avec des courants continus. Selon les conditions et surtout lorsqu'on n'a pas à redouter l'excitation produite par les courants ascendants, il est préférable d'employer ces derniers.

D'après les faits que nous avons observés, et d'après les expériences physiologiques, nous croyons de plus que dans les anémies rebelles, et dans bien des cachexies, les courants

continus pourraient être employés avec avantage. Ils impriment à la nutrition générale une impulsion qui manque dans tous ces cas, ils raniment les fonctions, provoquent les mouvements d'échange entre les éléments, et par conséquent réveillent l'organisme et aident à le fortifier.

Il faut de plus remarquer que l'influence de l'électricité sur les corps organiques se prolonge un temps plus ou moins long après son action directe ; car ce n'est pas l'électricité qui guérit, mais les modifications qu'elle détermine dans les tissus, modifications qui se prolongent et qui agissent les unes sur les autres. Les corps vivants ont en eux-mêmes leur activité ; ils sont à la fois cause et effet, et toute augmentation dans une de leurs manifestations entraîne pendant longtemps une augmentation dans toutes les autres. A l'état normal, l'être vivant tient à sa disposition tous les produits nécessaires pour son fonctionnement : l'électricité à courant continu vient activer les phénomènes physiques et chimiques nécessaires à ce fonctionnement ; elle agit comme ce qu'on a appelé en mécanique les forces de dégagement. C'est l'étincelle qui allume la poudre, le frottement qui dégage toutes les affinités qui préexistent dans le phosphore et dans le soufre. De plus, un élément anatomique, et surtout une cellule nerveuse une fois excitée, deviennent eux-mêmes un centre d'activité. Leur fonction a été sollicitée par l'augmentation de nutrition, et à leur tour leur fonctionnement va augmenter les phénomènes principaux de la nutrition. Hiffelsheim avait commis cette erreur de croire que les courants continus n'agissaient que pendant le temps de leur application. Ce qui est vrai pour les corps inorganiques ne l'est point toujours pour les corps vivants. D'ailleurs, même pour les corps inorgani-

ques, il existe plusieurs cas où l'action de l'électricité se prolonge longtemps après son application.

Influence de l'électricité sur les affections rhumatismales.

Rhumatisme musculaire. — Le rhumatisme musculaire peut être vague, c'est-à-dire que les douleurs paraissent tantôt dans un muscle tantôt dans un autre, ou fixe, c'est-à-dire qu'il se localise dans certains muscles. C'est surtout cette dernière forme et principalement le rhumatisme du deltoïde, le torticolis et le lumbago qu'on est appelé à traiter par l'électricité.

Les douleurs dans ces différents cas ont plusieurs degrés, et selon leur intensité peuvent occasionner des complications du côté des articulations voisines. C'est ainsi qu'avec une douleur médiocre, dans le rhumatisme du deltoïde, les mouvements d'élévation des bras sont encore possibles, tandis qu'ils sont impossibles lorsque la douleur est très-vive et qu'elle augmente encore par les contractions.

Lorsque la douleur existe à un haut degré à l'état spontané et continu, les muscles voisins restent contractés d'une manière permanente afin d'immobiliser l'articulation et d'empêcher toute action du muscle malade. Comme le faisait remarquer Beau, le muscle douloureux est le point excitateur qui, allant se réfléchir sur les centres nerveux les plus voisins, fait contracter, en dehors de toute participation de la volonté, les muscles capables de mettre le muscle malade à l'abri de tout tiraillement douloureux. C'est ainsi que, dans l'inflammation du muscle psoas, le genou du patient est élevé par les divers fléchisseurs de la cuisse. Dans le torticolis, la contraction du sterno-mastoïdien

est un acte réflexe ayant pour but d'immobiliser le trapèze douloureux.

En général, le refroidissement est presque toujours la cause de ces douleurs musculaires, et quelle que soit la nature de la maladie, contraction musculaire, resserrement des vaisseaux, ou névralgie des filets terminaux des nerfs, il est incontestable que tous les agents thérapeutiques qui facilitent la circulation ont une action efficace dans le traitement de ces maladies. Les frictions, les sinapismes, la chaleur, etc., tous les moyens qui rougissent la peau et facilitent les circulations locales, donnent souvent de bons résultats. Un des rubéfiants les plus efficaces est, sans contredit, l'application des courants induits, et c'est par cette action qu'ils peuvent quelquefois amener du soulagement. Il doit être inutile d'ajouter que, dans ces cas, ils doivent surtout être appliqués au moyen du pinceau électrique, et être localisés dans la région cutanée. Ce procédé néanmoins est très-douloureux, et de plus il est rare que quelque temps après l'électrisation, les douleurs ne reviennent, après avoir disparu un instant.

Les courants continus ont sur tous les autres médications cet avantage précieux d'agir énergiquement sur la circulation locale, et, de plus, d'influencer les nerfs sensitifs et, par suite, les actions réflexes, qui produisent les contractures des muscles. La guérison est quelquefois instantanée ; et, si nous ne trouvions des faits analogues dans d'autres auteurs, nous n'oserions pas, de peur qu'on ne nous accuse d'exagération, annoncer que nous avons vu disparaître en une seule séance de dix à quinze minutes, des douleurs très-vives et datant de quelques jours, et la guérison se maintenir à partir de ce moment.

« Pour ce qui concerne l'emploi du courant constant dans les rhumatismes musculaires, dit Niemeyer, je suis en état de confirmer les brillants résultats rapportés par Erb. »

Dans tous ces cas, il faut appliquer le pôle positif sur la moelle un peu au-dessus de l'origine des nerfs qui se rendent aux muscles douloureux, et promener d'abord le pôle négatif sur ces muscles. Dans la seconde partie de la séance, nous électrisons, sans déplacement des pôles, uniquement les nerfs de ces régions. C'est ainsi que dans le rhumatisme du deltoïde, le pôle positif étant placé sur les vertèbres cervicales, le pôle négatif est maintenu sur le plexus brachial, surtout lorsqu'il existe, en même temps, des contractions réflexes des muscles de l'aisselle.

Rhumatisme articulaire. — Remak a beaucoup insisté sur l'emploi des courants continus dans le rhumatisme articulaire chronique. C'est surtout à cette influence salutaire des courants continus qu'il a donné le nom d'*effets catalytiques*.

Avant Remak, Hiffelsheim avait déjà appelé l'attention sur cette action des courants continus dans le traitement des gonflements articulaires. Depuis, tous les auteurs qui se sont occupés d'électrothérapie ont confirmé les mêmes faits, et nous pourrions citer sous ce rapport de nombreuses observations.

La guérison est très-rapide, lorsqu'à la suite d'un rhumatisme articulaire aigu, il reste un peu de gonflement et de gêne dans les mouvements des articulations. Quelquefois, comme nous l'avons vu dans les observations suivantes, le gonflement qui avait disparu reparaît pendant la convalescence et persiste malgré les moyens thérapeutiques ordinaires. Dans ces cas les courants continus donnent presque toujours de très-bons résultats.

D..., vingt-cinq ans, est atteinte à la suite de refroidissement d'un rhumatisme articulaire aigu des genoux et de l'articulation scapulo-humérale des deux côtés et du poignet du bras gauche. Elle entre à l'hôpital Lariboisière. Traitement : sulfate de quinine, vésicatoires ; au bout de dix jours, elle est envoyée en convalescence au Vésinet, où le gonflement et les douleurs reparaissent, mais avec moins d'intensité, dans les genoux et dans le poignet gauche. Au bout de quelques jours, elle rentre chez elle, n'ayant plus qu'un peu de gonflement et une grande gêne de mouvements dans l'épaule et le poignet du côté gauche. Au bout de quinze jours elle vint nous trouver. Guérison en deux séances d'application des courants continus.

— Ch..., vingt-huit ans, garçon boucher, a eu, en même temps que de la fièvre et une violente angine, du gonflement et des douleurs dans le genou, dans l'articulation tibio-tarsienne et dans l'épaule du côté droit. Guérison en quelques jours, mais il lui reste dans l'articulation tibio-tarsienne du gonflement et de la douleur à la marche et à la pression. Dès la première séance d'électrisation par les courants continus, les douleurs sont moins fortes, et la guérison est complète au bout de trois séances.

Dans ces deux cas et dans d'autres analogues que nous pourrions citer, il n'y avait aucune des complications qui accompagnent d'ordinaire les arthrites chroniques ; l'affection commençait seulement à se localiser et à prendre une forme chronique, et c'est pour cela que la guérison a été si rapide. D'ailleurs, on obtient les mêmes résultats lorsqu'il y a un léger gonflement de l'articulation à la suite de foulures, de luxations, d'entorses, de compressions, etc. Dans tous ces cas, où il y a une légère hypérémie de l'articulation, les applications directes des courants continus donnent presque immédiatement un soulagement très-considérable, d'autant plus que la gêne dans les mouvements ne tient souvent qu'à la contracture des muscles qui environnent l'articulation malade.

Dans les cas plus anciens de gonflement articulaire, le

traitement est forcément plus long, mais il donne également de bons résultats, que le gonflement et l'ankylose soient les suites d'un rhumatisme ou d'un traumatisme.

Effets anti-arthritiques. — Remak rapporte de nombreuses observations de gonflements articulaires et d'ankyloses anciennes guéris par les courants continus, et il résume ainsi leur emploi méthodique qui consiste :

1° A provoquer la catalyse dans l'intérieur de la partie tendineuse de l'articulation qui est frappée ou d'inflammation, ou d'exsudation ou de sclérose ;

2° A exciter ou à accélérer un flux de liquides par des actions qui agissent sur les vaisseaux qui se dirigent vers l'articulation ;

3° A enlever l'inflammation musculaire qui complique souvent l'arthrite ;

4° A enlever les contractures secondaires des muscles, contractures entretenues par la douleur et les irritations inflammatoires ;

5° A enlever, enfin, les états paralytiques et atrophiques qui affectent les muscles à la suite d'inflammations, d'inactivités ou de gênes de la circulation.

Avant Remak, Froriep (1834) disait déjà : « qu'il est d'un intérêt tout particulier de voir comment des phénomènes qui expriment complétement le caractère de l'inflammation rhumatismale, disparaissent rapidement et complétement sous l'influence de l'irritation électrique, et qu'en même temps il se produit dans le tissu conjonctif une résorption de l'exsudat qui s'y était développé. »

Les courants induits peuvent également être employés dans ces cas, mais les courants continus sont incomparablement plus utiles. Nous ne citerons que l'observation sui-

vante, qui nous est personnelle et qui nous a d'autant plus convaincu de l'efficacité des courants continus, que nous hésitions à les employer et que nous n'eussions jamais espéré un pareil résultat :

M. G..., ouvrier horloger, âgé de soixante-deux ans, a eu, il y a quatre ans, une contusion très-forte à la main droite, dont les mouvements sont restés douloureux à partir de cette époque. Il y a trois ans, il fut atteint d'un rhumatisme articulaire ; il fut obligé de garder le lit pendant trois mois. Les articulations tibio-tarsienne, scapulo-humérale et toutes celles du poignet et de la main droite furent prises successivement.

Lorsque nous le vîmes, il y a un an, le gonflement et les douleurs avaient disparu dans toutes les articulations, excepté dans celles de la

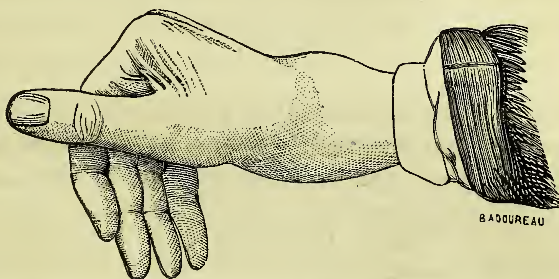


Fig. 113.

main droite, qui présentait l'aspect qu'indique la figure 113, dessinée d'après une photographie.

Il est impossible de faire faire le moindre mouvement de la main sur l'avant-bras ; l'articulation du poignet est gonflée et immobile. Toutes les articulations métacarpo-phalangiennes étaient très-tuméfiées, et présentaient les caractères ordinaires des articulations atteintes de rhumatisme chronique et remplies de concrétions tophacées. Les doigts étaient à demi fléchis, et ne pouvaient ni se fléchir davantage ni être soulevés. Le malade ne pouvait y déterminer aucun mouvement d'extension ni de flexion, et, en employant une certaine force pour y produire quelque mouvement, on ne parvenait qu'à faire remuer légèrement l'indicateur, et en déterminant de fortes douleurs. Le pouce seul n'était pas fléchi,

mais il était maintenu immobile dans la position horizontale. La main était déviée en dedans, et présentait la déviation typique à ce genre d'affection.

Ne croyant pas qu'un traitement par les courants électriques pût être profitable, nous fîmes prendre au malade de l'iodure de potassium et des alcalins, sans obtenir aucun résultat. Sur ses instances, nous essayâmes les courants continus, et nous fûmes très-étonné de trouver plus de mobilité dans les articulations, au bout de quelques séances. Aujourd'hui, la main est dans la position qu'indique la figure 114, dessinée d'après une



FIG. 114.

photographie ; tous les mouvements sont possibles ; le pouce a recouvré tous ses mouvements ; les doigts peuvent se replier complétement ; la main, par conséquent, peut se fermer entièrement. Les mouvements d'extension sont restés plus difficiles, les articulations étant toujours plus tuméfiées qu'à l'état normal. La déviation de la main existe toujours, quoique moins prononcée.

Comme on peut le constater sur la figure 114, le gonflement de l'articulation du poignet a disparu ; les mouvements de la main sur l'avant-bras sont tous possibles. La tuméfaction des articulations métacarpo-phalangiennes a beaucoup diminué; ces articulations ne sont plus douloureuses. Le malade se sert très-bien de sa main pour travailler.

—Dans la goutte aiguë, nous avons deux fois calmé très-rapidement les douleurs et fait disparaître le gonflement par l'application locale de courants continus. Immédiatement après la première séance, l'amélioration fut très-marquée, et le malade put, sans trop de douleur, s'appuyer sur sa jambe. Néanmoins, nous sommes de l'avis de Remak qui

conseille dans tout accès de goutte d'employer d'abord les autres moyens thérapeutiques et de ne faire l'application des courants électriques que lorsque la fièvre aura cédé ; si les os sont très-affectés et fortement gonflés, il est utile d'employer les courants électriques avant la disparition complète de l'inflammation locale.

Lorsqu'on aura à traiter des gonflements non douloureux et devenus stationnaires, Remak préfère attendre la réapparition des douleurs pour commencer le traitement électrique, et il croit même que dans les cas où les douleurs ne reparaissent plus, l'action électrique sera peu efficace.

Dans les ankyloses anciennes, on peut en même temps se servir des tractions continues avec le caoutchouc, méthode qui, à elle seule, donne souvent de brillants résultats, et que l'un de nous a employée avec succès dans plusieurs cas (1).

En résumé, dans les affections chroniques articulaires, que ces affections soient dues à une influence interne (rhumatisme, goutte) ou à une action traumatique, les courants continus sont d'une utilité incontestable, et doivent toujours être essayés même dans des cas qui paraissent incurables. Voici une observation qui montre bien tous les avantages que l'on peut espérer dans des cas même très-anciens :

L..., âgée de quarante-un ans, s'est donné, en lavant, un coup de battoir sur le poignet gauche. Les mouvements dans l'articulation deviennent aussitôt douloureux, peu à peu le poignet gonfle, s'enflamme, et, d'après le dire de la malade, Jobert (de Lamballe) la traite pendant longtemps pour une tumeur blanche. Pendant cette époque, les articulations de l'index et du médius sont également prises, deviennent douloureuses et augmentent légèrement de volume.

(1) *Des tractions continues en chirurgie*, par le docteur Th. Anger et Charles Legros. Paris, 1867.

Lorsque nous commençâmes le traitement électrique, sur le désir du docteur Morpain, il y avait, depuis quatre ans, une ankylose complète du poignet et des articulations de l'index et du médius. Le poignet était déformé et gonflé. Le coude du même côté était en partie ankylosé, car la malade ne pouvait faire que quelques légers mouvements de flexion de l'avant-bras sur le bras, et ne pouvait étendre complétement l'avant-bras. Celui-ci restait toujours fléchi à moitié, formant presque un angle droit avec le bras. Les muscles étaient très-amaigris et elle ne pouvait faire mouvoir que le pouce.

Après une vingtaine de séances, les mouvements des doigts sont de nouveau faciles, ainsi que ceux de l'articulation du coude. Les muscles en même temps ont repris plus d'énergie.

Après une cinquantaine de séances, les mouvements, sans être aussi faciles et aussi étendus qu'à l'état normal, sont revenus dans toutes les articulations. La flexion de la main sur l'avant-bras est toujours difficile, la déformation du poignet subsiste, mais les mouvements de cette articulation sont suffisants pour que la malade puisse se servir de sa main.

— D..., cordonnier, âgé de soixante-six ans, s'est coupé à la main droite avec un des instruments de son métier, au mois de janvier 1867. Il pansa la plaie avec l'onguent dit onguent de la mère, et au bout de quelques jours, les bords de la plaie se tuméfient et le bras tout entier est pris d'un érysipèle. Le malade ne peut donner beaucoup de détails sur le cours de la maladie; mais les faits principaux sont les suivants : son érysipèle a successivement parcouru différentes régions du corps, et il a été obligé de garder le lit pendant quatre mois et demi. La plaie de la main avait été assez longue à se cicatriser, et le bras avait été maintenu immobile pendant tout le temps de sa maladie.

Lorsque le malade vint chez nous, trois mois après sa convalescence, le bras droit ne présente plus de traces de plaie; il est amaigri; les muscles en sont un peu atrophiés, mais ils ont conservé la contractilité électro-musculaire. Les mouvements de l'avant-bras sur le bras sont difficiles et peu étendus. Les mouvements de la main sur l'avant-bras et les mouvements des doigts sont complétement impossibles. Les doigts sont allongés, raides, sans déformation. Le pouce seul possède des mouvements limités : il peut être amené devant l'index.

Au bout de dix séances, les mouvements étaient revenus complétement dans l'articulation du coude et dans celle du poignet. Les articulations des doigts sont également plus libres et plus mobiles. Le malade peut fléchir les doigts; mais il ne peut pas fermer complétement la main.

Tous les mouvements du pouce sont revenus; ceux des autres doigts sont un peu moins faciles. Le malade reprend son travail.

L'emploi des courants électriques, dans les gonflements articulaires et dans les ankyloses, n'exigeant pas autant de constance et de régularité dans les appareils, il n'est pas aussi nécessaire que dans d'autres affections de tenir grand compte de l'action différente des piles.

Comme le traitement est en général purement local, il peut être également indifférent d'employer telle ou telle direction, et comme les courants électriques agissent évidemment sur les dépôts uriques et phosphatés, et peut-être sur la substance fondamentale gélatineuse, il ne faut pas craindre d'employer des courants électriques ayant une action chimique un peu forte. Il est important cependant de ne pas se servir de piles où cette action serait trop énergique, car on produirait des eschares sur la peau, ce qui est inutile et douloureux.

Des avantages de l'électrisation des centres nerveux dans les affections locales.

Nous avons déjà fait remarquer combien il était souvent avantageux d'électriser les centres nerveux, alors même que les affections étaient purement périphériques. Cette question nous paraît tellement importante que nous croyons devoir y revenir avant de terminer ce chapitre sur la nutrition générale.

Il est un fait évident et que démontrent toutes les expériences physiologiques, c'est que l'application des courants continus sur les centres nerveux déterminent toujours des effets plus manifestes que lorsqu'on les applique directe-

ment sur les organes. Nous avons vu que les mouvements des intestins, etc., étaient faiblement augmentés par l'électrisation locale, tandis qu'ils l'étaient à un haut degré par l'électrisation des ganglions ou par l'électrisation de la moelle.

Il doit en être de même pour les mouvements autonomes des artérioles, et tous les faits pathologiques démontrent que pour agir sur la vascularité d'un organe, il est préférable de n'agir que sur les centres vaso-moteurs. Il en est de même pour l'élément douleur, et pour l'action sur les nerfs sensitifs.

Nous avons vu un cas de léger gonflement articulaire, accompagné de douleurs chez un rhumatisant, n'éprouver qu'une bien légère amélioration par l'électrisation localisée, tandis que l'électrisation de la moelle et des nerfs périphériques à leur sortie de la moelle, amena un soulagement très-rapide et presque instantané. Nous citons ce fait parce que ce n'est guère que dans les affections arthritiques que l'électrisation localisée est logique, et que même dans ces cas, on trouve de grands avantages à électriser les centres.

Dans les observations de Remak, on trouve plusieurs faits de ce genre, quoiqu'il n'insiste pas d'une manière particulière, sur les avantages de l'électrisation des centres nerveux. Ainsi, dans l'observation d'un malade atteint de parésie et de tremblement des membres inférieurs, l'application des courants continus sur les muscles de la cuisse ne produisit aucune influence sur la force des extrémités, et cela dans un certain nombre de séances : « mais après avoir fait passer pendant quelques minutes un courant labile de 30 à 40 éléments de Daniell, suivant le trajet et sur les côtés de

l'épine lombaire et sacrée, le malade put immédiatement se tenir sur ses jambes sans trembler. »

Chez un autre malade atteint de spasmes dans la paupière gauche et dans les membres supérieurs et inférieurs, le traitement local des membres ne produisit aucun résultat, tandis que le traitement de l'encéphale par des courants constants exerça une influence salutaire sur le spasme de l'épaule et de la jambe.

Dans plusieurs observations nous avons déjà cité des faits analogues, mais celle qui nous a le plus frappé est la suivante, où le traitement local institué d'abord sur la demande du médecin et du malade ne donna aucun résultat, tandis qu'il y eut un succès très-rapide à la suite de l'électrisation de la moelle épinière.

Je vois pour la première fois à la campagne, M. F..., âgé de vingt-cinq ans, au mois de mai 1869. Il me raconta que plusieurs fois il a souffert beaucoup de son testicule gauche qui est arrêté dans le canal inguinal.

Actuellement, il a un écoulement purulent de l'urèthre assez abondant, des envies fréquentes d'uriner. La miction est douloureuse, surtout à la fin. Le testicule arrêté est le siége d'une douleur continue, que la plus légère pression suffit pour exaspérer. Ces douleurs s'irradient dans la hanche gauche et la cuisse gauche. La marche accroît la douleur et ne se fait qu'à la condition de ne pas s'appuyer sur la jambe gauche que le malade traîne plutôt qu'il ne s'en sert. Constipation habituelle.

Nous croyons à un écoulement blennorrhagique vénérien, quoique le malade n'avouât pas cette cause.

Les urines sont chargées, il y a un dépôt catarrhal assez abondant; l'état nerveux général est des plus excités, la moindre contrariété est vivement traduite. Les dégoûts de nourriture les plus imprévus se manifestent.

Je conseille les grands bains prolongés, les boissons d'eau de graine de lin, un lavement tous les jours et le repos au lit.

Les douleurs en urinant, le dépôt de l'urine et l'écoulement uréthral diminuant, je conseillai de prendre de la tisane de bourgeons de sapin,

et d'abord deux capsules de térébenthine de Venise, puis quatre par jours, en deux fois, immédiatement avant le repas.

L'écoulement diminue et arrive après trois semaines à disparaître presque complétement; le dépôt d'urine disparaît.

Les envies d'uriner sont moins fréquentes, mais les mictions sont toujours douloureuses et suivies d'épreintes vives.

Je veux tenter de diminuer la sensibilité de l'urèthre en passant des bougies en cire. Mais l'excitation nerveuse générale augmente tellement que j'y renonce vite.

Le malade me dit, un jour, que, quand il est couché, son testicule arrêté descend jusque contre l'anneau externe, mais que dès qu'il marche il remonte de trois centimètres au moins. Alors je veux chercher à provoquer ce mouvement du testicule avec les mains, espérant, si la manœuvre est supportée, arriver, en y revenant souvent, à faire rentrer le testicule dans l'abdomen. A peine ai-je touché le testicule, avec toute la modération possible, qu'il y a douleur très-vive; je suis obligé de renoncer à ce moyen. Après cette tentative, le malade eut une véritable attaque de nerfs.

Alors je cherche à calmer la surexcitation nerveuse avec le bromure de potassium. Je commençai par 3 grammes par jour, et peu à peu j'arrivai à 10 grammes.

Sous l'influence de ce médicament, les envies fréquentes d'uriner diminuent et les spasmes de l'urèthre après la miction disparaissent, les douleurs des testicules qui s'irradient dans la hanche et la cuisse s'atténuent beaucoup, et le malade arrive à pouvoir marcher sans canne.

Rentré à Paris, au mois de novembre, il reprend ses occupations, mais après une marche un peu longue il est repris des douleurs dans le testicule arrêté, et des spasmes de l'urèthre (1).

C'est à ce moment que nous commençâmes le traitement électrique. Les douleurs du côté du testicule étaient très-vives, la marche presque impossible, l'état général excessivement surexcité. Il y a de plus de l'inappétence et de l'insomnie.

Nous appliquâmes d'abord les électrodes *loco dolenti*, c'est-à-dire sur le périnée et sur le pubis, et sur l'anneau inguinal, espérant empêcher la compression du testicule et faire cesser les spasmes de l'urèthre. Les trois premières séances eurent un résultat complétement nul, et aucun des phénomènes ne fut amendé.

(1) Cette première partie de l'observation nous est communiquée par le Dr Reliquet.

A la quatrième séance, nous cessâmes tout traitement local, et nous fîmes passer par la moelle un courant descendant de 25 à 30 éléments. Dès cette séance, l'amélioration fut notable, les spasmes de l'urèthre diminuèrent et la surexcitation générale s'affaiblit. Au bout de huit jours de traitement, la guérison fut complète et tous les symptômes avaient disparu, la marche était libre et n'amenait plus de douleurs du côté du testicule gauche, l'appétit et la bonne humeur étaient revenus.

Nous fîmes encore pendant un mois deux séances par jour, et la guérison se maintint complète. Il y eut encore, quelques mois après, une légère récidive, par suite de fatigues, mais elle fut guérie très-rapidement par une nouvelle application des courants continus, et depuis cette époque l'état général s'est maintenu excellent et les douleurs locales n'ont plus reparu.

Ces faits démontrent bien l'utilité de l'électrisation des centres nerveux; ce procédé a de plus l'avantage d'influencer la nutrition générale de tous les éléments de la région. Certains états pathologiques accessoires éprouvent ainsi également des changements salutaires. Pour démontrer ce fait, en même temps que l'influence incontestable des courants continus sur la nutrition de tous les tissus en général, nous citerons l'observation suivante :

M. Antoine R..., âgé de cinquante-sept ans, ouvrier tisseur, est tombé sur le bras droit, le 19 août 1866, et s'est fracturé l'humérus, au niveau de la gouttière du nerf radial. Il a eu aussitôt une paralysie complète de tout le bras; il a perdu toute sensibilité dans l'avant-bras et surtout à la partie postérieure, et il ne peut remuer aucun doigt. L'appareil qui fut posé pour maintenir la fracture ayant exercé une compression très-forte, il eut, au bout de vingt-quatre heures, un commencement de gangrène, le membre œdématié et couvert de phlyctènes. L'appareil fut enlevé; mais il y eut, pendant longtemps, des ulcérations de la peau. La fracture se consolida, mais le bras resta paralysé.

Lorsque nous vîmes le malade, plus d'un an après son accident, son bras droit était dans l'état suivant : les muscles du bras, le biceps et le triceps étaient atrophiés, seulement dans leur moitié inférieure; toute la partie qui était située au-dessus de l'appareil, qui avait été posé pour

maintenir la fracture, avait conservé à peu près le volume normal; toute la portion de ces muscles qui avait été comprimée, était complétement atrophiée. Les muscles de l'avant-bras et de la main étaient également atrophiés; les doigts étaient fléchis et ne pouvaient exécuter que de légers mouvements de flexion. Il ne pouvait faire aucun mouvement de la main sur l'avant-bras, ni de l'avant-bras sur le bras; il y avait une immobilité complète de l'articulation du coude et du poignet. La sensibilité était partout très-affaiblie; elle avait disparu presque entièrement pour les doigts. Le malade n'accusait aucune douleur lorsqu'on piquait les doigts avec une épingle; il ne pouvait apprécier les différences de température et avait perdu complétement le sens du tact.

La peau est couverte de taches rouges et livides, et soulevée en plusieurs endroits par de petites tumeurs dures, indolentes, glissant sous le doigt, et de formes diverses. Ces tumeurs ont apparu il y a dix ans; elles ont augmenté peu à peu en nombre et en volume. Pour le bras droit, elles sont au nombre de sept; deux sont placées sur la partie antérieure de l'avant-bras : l'une près du poignet, l'autre plus haut, à 1 décimètre de distance; les cinq autres sont toutes au côté interne de l'avant-bras, placées très-près l'une de l'autre : deux du volume d'un œuf de pigeon, les autres sont plus petites.

Après une vingtaine de séances, les mouvements reparurent en partie, surtout pour les muscles fléchisseurs, et les articulations du coude et du poignet devinrent plus mobiles. Au bout de dix mois de traitement, le bras avait recouvré toutes ses fonctions; tous les mouvements étaient devenus possibles, les articulations étaient libres et très-mobiles, les muscles avaient repris leur volume et leur force normale, la sensibilité, sauf un léger engourdissement au bout des doigts, était complétement revenue. Vers le triceps et le biceps brachiaux, la ligne de démarcation, due à la compression de l'appareil, persiste toujours. On ne retrouve plus sur la peau les taches livides qui s'y trouvaient avant le traitement.

Mais, ce qu'il y a de remarquable, les tumeurs qui existaient ont complétement disparu, il n'en existe plus de traces, et cela nous a d'autant plus frappé, que nous n'avions jamais songé à agir sur ces tumeurs. Nous appliquions toujours un des pôles, le pôle positif ou le pôle négatif, sous l'aisselle, sur le plexus brachial, sur les vertèbres cervicales ou sur le trajet des nerfs de l'avant-bras. Nous employions des courants continus de 30 à 40 éléments Remak. Il n'y a eu ni cautérisation de ces tumeurs, ni aucune action d'électrolyse proprement dite.

Notre attention étant dirigée sur ce point, nous recherchâmes si sur d'autres parties du corps il existait également de ces tumeurs. Au bras

gauche, nous en trouvâmes dix, placées à peu près symétriquement à celles du bras droit. Trois de ces tumeurs se trouvent à la partie antérieure de l'avant-bras : l'une près du poignet et deux autres très-rapprochées du coude. Les autres sont toutes à la partie interne, le long des muscles cubitaux. Deux de ces tumeurs sont volumineuses : l'une de la grosseur d'un œuf de pigeon, l'autre de la grosseur d'un œuf de poule. Elles sont dures, bosselées.

De petites tumeurs du même genre se trouvent encore à la cuisse, au niveau du triangle de Scarpa. Il en existe deux à gauche et une à droite. Elles sont peu volumineuses et sont également placées symétriquement.

On n'en trouve point sur d'autres parties du corps.

Quoique le malade, ne se trouvant nullement gêné par ces tumeurs et n'en éprouvant aucune souffrance, ne tînt guère à les faire disparaître, nous pûmes l'engager à se laisser électriser le bras gauche ; comme pour le bras droit, les tumeurs finirent par diminuer, et quelques-unes ont aujourd'hui complétement disparu, après une trentaine de séances.

Après les premières séances d'électrisation, les tumeurs, d'abord dures, bosselées, ont commencé à se ramollir, et par se subdiviser en un plus grand nombre de petits lobules. La tumeur la plus volumineuse, qui ne formait qu'une seule masse, offrit l'aspect de la réunion de plusieurs petites tumeurs de forme irrégulière, mais que l'on pouvait très-bien séparer les unes des autres.

Quelque temps après, les tumeurs prirent une consistance très-molle et donnaient un peu la sensation de la fluctuation.

Aujourd'hui, des dix tumeurs, il n'en existe plus que cinq, et celles-ci ont diminué considérablement. Plusieurs médecins ont vu ce malade.

L'examen microscopique de ces tumeurs (nous en avons obtenu une petite portion au moyen du harpon Duchenne) y a démontré les éléments suivants : de grandes cellules adipeuses, avec une trame fibreuse fort peu épaisse. Les cellules ressemblent aux cellules adipeuses du tissu sous-dermique.

CHAPITRE V

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LES MOUVEMENTS DU CŒUR ET SUR CEUX DE LA RESPIRATION.

Influence de l'électricité dans les affections du cœur.

M. le docteur Duroziez a insisté en France sur les avantages que l'on pourrait retirer de l'électrisation des régions précordiales dans certaines affections du cœur, et c'est à son obligeance que nous devons la note suivante :

« Je pense qu'on peut électriser le cœur comme tout autre muscle, mais le cœur ne se laisse pas influencer de la même manière que les muscles de la vie animale.

» Je place une des armatures à la pointe et l'autre à l'endroit où les deux poumons se séparent pour laisser le cœur affleurer. Dans un certain nombre de cas, je remarque un effet produit. On me dira que c'est une action réflexe. J'agis sur un muscle profond, pourquoi n'agirais-je pas sur le cœur ?

» J'ai observé une femme de vingt-sept ans, atteinte d'abord d'étourdissement, de deux syncopes, puis de paralysies et d'aliénation passagères. Lorsque je l'examinai, le premier claquement ne s'entendait pas sous le sternum, et je ne pouvais produire aucun souffle par la compression de la crurale. L'électrisation pratiquée comme je l'ai indiqué

ramenait le premier claquement et le souffle pour un temps, d'autant plus long, que nous avancions dans le nombre des séances.

» Cette femme présentait, suivant nous, un cas de dégénérescence graisseuse du cœur.

» Dans un autre cas, au contraire, l'électrisation rendait le pouls plus filiforme qu'il n'était, il fallait interrompre l'expérience; le cœur était comme tétanisé. Ici, le plus faible courant produisait des accidents. Dans le premier cas, il fallait employer les plus forts courants de l'appareil de Legendre.

» Dans un troisième cas, où nous notions un étouffement considérable, des irrégularités nombreuses, la faiblesse des battements du cœur et l'absence des claquements, l'électrisation diminua le volume du cœur d'une manière manifeste, et permit de produire, par la compression, un souffle dans la crurale droite et un double souffle intermittent dans la crurale gauche.

» L'électrisation du cœur, ainsi que nous l'avons pratiquée, ne présente aucun danger ; elle ne peut pas tuer, ainsi que pourrait le faire l'électrisation du pneumogastrique, pratiquée dans le pharynx ; elle peut troubler le cœur, mais le pouls nous fait immédiatement toucher du doigt le danger et nous arrête.

» L'électrisation peut être utile dans la syncope, dans la congestion des cavités cardiaques, dans l'asystolie, enfin dans la dégénérescence graisseuse du cœur. »

En Allemagne, Fliess (1) a employé les courants continus dans des cas d'affections cardiaques ; sur vingt-quatre cas dix-neuf ne présentaient aucune affection organique bien

(1) *Berliner klinische Woschenschrift.* 1865, n° 26.

caractérisée, tandis qu'elle était évidente dans les cinq autres cas. Il a toujours observé un résultat favorable, mais surtout dans les cas ou l'affection organique manquait, et très-souvent la guérison avait lieu après cinq ou six séances. Il employait un courant très-faible, qu'il appliquait pendant près de deux minutes sur le nerf pneumogastrique. *Les résultats étaient plus avantageux avec un courant descendant qu'avec un courant ascendant.* Après l'électrisation, le malade ressentait presque aussitôt une amélioration relative très-notable; cette amélioration dans les premières séances ne durait que quelques heures, mais elle devenait permanente après un plus grand nombre de séances. Dans les cas d'affections organiques, la guérison n'était jamais complète, mais le malade éprouvait un soulagement très-notable, la respiration devenait moins fréquente et moins haletante, et les battements du cœur plus réguliers.

Munk rapporte également un cas d'affection cardiaque qui fut grandement amélioré par les courants continus (1).

Influence de l'électricité dans les affections des voies respiratoires.

Aphonie. — Nous n'insisterons pas sur l'emploi de l'électricité dans les cas d'aphonie, car cette médication est connue depuis bien des années, et son mode d'emploi est des plus facile. Le docteur d'Althaus, qui a employé la galvanisation dans quinze cas d'aphonie due à des causes diverses, a obtenu onze guérisons, et, sur ces onze guérisons, il n'y eut qu'une seule rechute. Becquerel, M. Duchenne, etc., citent également des cas de guérison; nous en avons égale-

(1) Voy. Meyer (de Berlin), *Die Electricität in ihrer Anwendung auf practische Medicin*, 1868, p. 301 et suiv.

ment obtenu un succès rapide dans un cas de paralysie hystérique des muscles du larynx et dans deux cas de *parésie* de ces muscles, à la suite de fatigue et probablement en même temps d'inflammation chronique légère de la muqueuse.

Pour électriser les muscles du larynx par les courants continus, il est inutile d'introduire les rhéophores dans l'arrière-gorge, et il suffit d'agir extérieurement. Nous avons déjà vu, en parlant des contractions galvano-toniques, combien ce procédé avait d'influence sur les muscles du larynx. Avec les courants induits, on emploie soit la faradisation électro-cutanée, soit l'excitation directe des muscles du larynx, au moyen d'un rhéophore introduit sur la face postérieure du larynx, l'autre rhéophore étant placé à l'extérieur au niveau du muscle crico-thyroïdien.

Asthme. Angine de poitrine. — M. Duchenne dit avoir réussi à guérir l'asthme nerveux par l'électrisation cutanée, ou, du moins, il a vu ce moyen, employé pendant la crise, triompher, alors qu'on avait épuisé tous les autres moyens. M. Duchenne a également relaté un cas d'angine de poitrine, qu'il considérait comme une névralgie, et dont le malade pouvait reproduire l'accès à volonté, en faisant des mouvements brusques ou en montant un escalier. Il appliqua, pendant l'accès, sur le mamelon, l'extrémité de deux fils métalliques excitateurs qui communiquaient avec les conducteurs de son appareil d'induction, gradué au maximum. La douleur fut atroce mais instantanée, et, avec cette douleur artificielle, la douleur de l'angine et les autres phénomènes de l'accès avaient disparu complétement.

Quelques électrisations cutanées, pratiquées à des intervalles assez éloignés sur les points douloureux, enlevèrent le reste de l'angine.

Paralysie des muscles de la respiration. — M. Duchenne a étudié d'une manière toute particulière les paralysies du diaphragme. Les signes principaux de cette paralysie sont les suivants :

Les hypochondres et l'épigastre sont déprimés pendant l'inspiration, tandis que la poitrine se dilate. Pendant l'expiration, les mouvements de la poitrine se font dans un sens opposé, c'est-à-dire que l'abdomen se soulève, tandis que la poitrine se resserre. L'inertie du diaphragme amène une inspiration courte, une voix plus faible et de l'essoufflement. Le traitement recommandé par M. Duchenne est la faradisation localisée du diaphragme par l'intermédiaire des nerfs phréniques. Pour cela, on place un des conducteurs en devant du scalène antérieur d'un côté de la poitrine, et l'autre au-devant du scalène antérieur du côté opposé, en ayant soin de déprimer la peau et de faire agir l'extrémité du conducteur dans cette dépression. On fait agir le courant par intermittences.

La paralysie du diaphragme est une affection très-rare, mais il est plus fréquent de trouver de l'atonie dans la plupart des muscles de la respiration, et, dans ces cas, nous croyons qu'il est avantageux d'électriser le grand sympathique au moyen des courants continus, comme le prouve l'observation suivante que nous empruntons à Remak (1) :

M..., âgé de soixante-neuf ans, sans maladie antérieure, se refroidit au mois de novembre 1863 et fut atteint presque aussitôt de diplopie. Puis peu à peu il eut du gonflement de la paupière gauche, de la faiblesse dans les muscles de la face, et une grande difficulté à faire mouvoir d'une manière normale la langue et les muscles de la bouche. Enfin il fut atteint d'un catarrhe assez violent. Dans l'espace de quelques mois, le

(1) *Berliner klin. Woschenschrift*. 1864.

ptosis fit de tels progrès que le malade alla à Berlin consulter le docteur Graefe qui l'adressa à Remak.

La paralysie de la paupière supérieure était presque complète, les mouvements de la langue étaient embarrassés, et il était impossible au malade de la mettre en pointe. Les autres muscles de la face qui étaient paralysés ne se contractaient pas sous l'influence des courants électriques. Les muscles de la respiration étaient également en partie paralysés, le thorax n'était point élargi au moment de l'inspiration, et le malade ne pouvait point expectorer ; la pâleur et le refroidissement du visage était très-prononcés, principalement autour de la bouche et à la pointe du nez.

Remak appliqua les courants continus sur le sympathique, et l'amélioration se produisit au bout de quelques séances. Après quatorze jours, les mouvements du thorax reparaissent presque normaux, et les mouvements des muscles de la face, des yeux et de la langue se font un peu plus facilement. Au bout de quatre semaines, le malade voulut quitter Berlin ; sa guérison n'était pas encore complète, mais son amélioration était tellement notable, que Remak, en le présentant à la Société de médecine de Berlin, montra que tous les muscles de la face avaient repris leurs mouvements volontaires, qu'ils se contractaient sous l'influence des courants électriques, que l'inspiration, l'expiration et l'expectoration se faisaient normalement. Il ne restait qu'un peu de paralysie pour les muscles de l'œil droit.

De l'emploi des courants électriques dans les cas d'asphyxie ou de syncope.

L'emploi de l'électricité pour rappeler à la vie les animaux asphyxiés date du siècle dernier. Volta avait déjà montré combien l'action stimulante du galvanisme peut être prompte et efficace pour dissiper les asphyxies. « Un lapin, asphyxié par la submersion dans l'eau, ne donnait plus aucun signe de vie; en y faisant passer le courant d'une pile de cinquante couples de disques d'argent et de zinc, on obtint d'abord des contractions, puis, après douze secousses, l'animal se mit à crier, se releva, mangea au bout d'une heure et fut aussi gai qu'avant l'expérience. »

Hufeland (1783) et Marschal Hall (1842) conseillèrent d'électriser le nerf phrénique dans les cas d'asphyxie, et Leroy d'Étiolles (1825) avait recommandé de placer les rhéophores d'un appareil d'induction, l'un dans la bouche, l'autre dans l'anus. Depuis cette époque, un grand nombre de médecins ont employé l'électricité. Duchenne, Friedberg, Hoppe, Seyler, Jobert, Abeille, etc., ont employé l'électricité dans des cas d'asphyxie par le chloroforme ou par des gaz délétères.

Enfin, l'électricité a également été employée dans les cas de mort apparente des nouveau-nés et presque toujours avec succès.

Les procédés employés dans ces différentes circonstances varient beaucoup et principalement selon la nature des courants électriques. Nous croyons donc nécessaire de distinguer les modes opératoires, selon que les courants électriques sont induits ou proviennent directement de la pile.

De l'emploi des courants induits dans l'asphyxie. — Le meilleur mode d'emploi des courants induits est la faradisation du nerf phrénique, afin de provoquer une respiration artificielle ; mais M. Duchenne lui-même avoue que ce procédé est dangereux entre des mains inhabiles ou peu familiarisées avec le manuel opératoire. Il préfère la faradisation cutanée de la région précordiale qui réagit sur les points des centres nerveux qui président à l'innervation de la respiration et de la circulation cardiaque.

Pour électriser le nerf phrénique, il est important d'employer des appareils bien conditionnés et avec lesquels on puisse facilement graduer l'intensité du courant.

Il faut de plus, comme le recommande Ziemssen, se servir de tampons larges et bien humides, car il faut chercher

à agir et sur le nerf phrénique et sur les muscles inspirateurs du cou.

Avant d'appliquer le courant, il faut l'essayer sur soi-même et s'électriser la main, afin d'avoir une idée exacte de son intensité. Le courant doit être fort, mais supportable. Les deux rhéophores sont placés de chaque côté à la partie inférieure du cou, entre le scalène antérieur et le côté externe du sterno-cléido-mastoïdien.

Le passage du courant doit avoir une durée de deux secondes environ. L'expiration peut être facilitée par une pression large et énergique sur le thorax.

Ce procédé est indiqué chaque fois qu'il s'agit de faire pénétrer mécaniquement l'air dans les poumons, mais, lorsque la respiration est rétablie et que le malade risque de retomber dans le coma par suite de l'empoisonnement du sang par l'oxyde de carbone ou l'acide carbonique, il est nécessaire d'employer l'excitation électro-cutanée sur la région précordiale. Dans ce cas, on applique sur le mamelon gauche l'extrémité métallique de l'un des conducteurs d'un courant induit à intermittences rapides, pendant que l'on promène l'autre conducteur au niveau de la pointe du cœur.

Le même procédé peut être employé pour les nouveau-nés à l'état de mort apparente, et il est en même temps avantageux de les plonger dans un bain très-chaud pendant les intervalles d'électrisation.

Nous reviendrons plus loin sur l'excitation produite en faisant passer des courants d'induction de la bouche à l'anus.

De l'emploi des courants continus. — Les courants de la pile ont été employés déjà au siècle dernier dans les cas

d'asphyxie produite par submersion ; ils ont été conseillés déjà en 1847 par le docteur Abeille dans le traitement des accidents produits par des inhalations d'éther et de chloroforme. Il y a trois ans, nous-mêmes avons été conduits, par nos recherches physiologiques sur la respiration et sur la circulation, à expérimenter les courants continus dans les cas d'asphyxie par le chloroforme, et nous avons même eu à soutenir une polémique avec Liégeois, qui avait présenté un rapport à la Société de chirurgie sur cette question.

Nous allons écarter tout ce qu'il a pu y avoir d'irritant dans cette discussion et ne traiter que les points principaux.

Nous disons tout d'abord que les courants continus ont une influence incontestable sur les mouvements respiratoires, et même que cette influence n'est point identiquement la même selon la direction du courant.

Le tracé 115 représente la respiration normale d'un lapin.

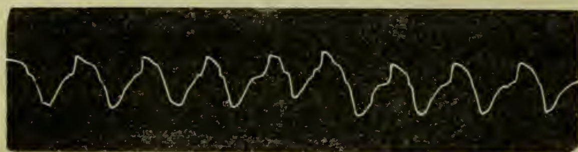


FIG. 115.

Le tracé 116 représente la respiration de ce même animal, lorsqu'on fait passer par son corps un courant descendant.

Le tracé 117 représente la respiration lorsqu'on emploie un courant ascendant. On voit très-nettement que dans ce dernier cas les mouvements respiratoires sont bien plus amples que dans la respiration normale et que dans le cas où l'on emploie un courant descendant.

Ces tracés montrent donc déjà, d'une manière bien nette, qu'il est important d'employer pour augmenter les mouve-

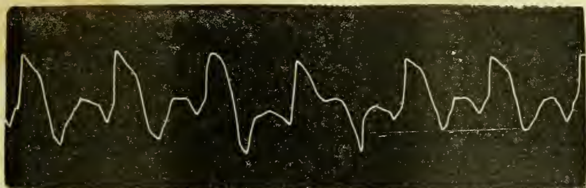


Fig. 116.

ments respiratoires un courant ascendant, c'est-à-dire allant du rectum à la bouche.

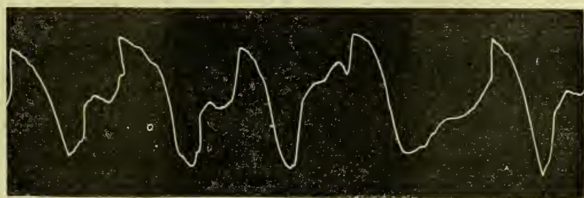


Fig. 117.

En recommandant, comme méthode opératoire, l'électrisation de tout le corps, en plaçant un des pôles dans le rectum et l'autre dans la bouche, nous ne voulions qu'indiquer le moyen d'agir sur les asphyxies le plus promptement et le plus rapidement possible. L'électrisation près des centres nerveux, en faisant une plaie, ou bien l'acupuncture, donnent certainement des résultats très-satisfaisants, mais ce sont des moyens moins pratiques et qui présentent des inconvénients qui n'existent pas dans le mode opératoire que nous recommandons.

Nous ne relaterons pas toutes nos expériences, mais, pour montrer la façon dont nous avons procédé, nous supposerons que nous agissons sur un rat. L'animal est placé sous une

cloche, avec une éponge fortement imbibée de chloroforme; au bout d'une minute il est complétement endormi ; peu à peu la respiration devient saccadée et ne tarde pas à s'arrêter : nous le laissons encore une demi-minute sous la cloche, puis nous le retirons, et nous attendons encore une demi-minute; nous plaçons alors le pôle négatif de l'appareil dans la bouche et le pôle positif dans le rectum. Pendant quelques secondes on n'observe rien de nouveau, puis on voit reparaître les battements du cœur qui avaient cessé d'être perceptibles ; enfin surviennent des inspirations d'abord incomplètes ; plus tard la respiration devient normale ; on peut dès lors cesser l'électrisation, le rat récupère peu à peu toutes ses fonctions.

Nous avons pu laisser l'animal pendant deux minutes en état de mort apparente, et le ressusciter, pour ainsi dire, ensuite au moyen des courants continus.

Dans un laboratoire situé à côté de celui où était installé notre appareil à courants continus, on cherchait à endormir un chien par le chloroforme pour pratiquer une opération ; le chloroforme, donné sans ménagement, amena l'arrêt du cœur et de la respiration ; on se hâta de pratiquer la respiration artificielle, qui échoua ; alors on songea à nous apporter le chien. Il fallut détacher l'animal et le transporter dans la chambre où nous étions ; malgré cette perte de temps, les courants continus ranimèrent le chien ; nous ajouterons de plus que l'expérience a été faite devant des incrédules qui ont été convaincus.

Le courant doit passer d'une façon continue jusqu'à ce que la respiration soit complétement rétablie. Jamais nous ne retirons les rhéophores avant que la respiration ne soit complétement revenue et bien rétablie. Si on les enlève

avant l'apparition des mouvements respiratoires, ceux-ci ne réapparaissent pas, et même, lorsqu'on les enlève trop vite, la respiration, qui avait repris, disparaît de nouveau et pour toujours. Dans les tracés que nous avons présentés et dont nous avons laissé une copie à la Société de chirurgie, l'un d'eux, pris sur un cochon d'Inde, indiquait justement la réapparition des mouvements respiratoires sous l'influence d'un courant continu, et leur disparition graduelle parce qu'on avait cessé l'électrisation avant que la respiration n'eût été rétablie complétement.

La figure 118 représente la respiration normale.

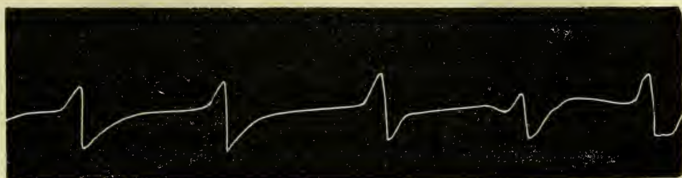


Fig. 118.

La figure 119 montre l'arrêt de la respiration au point A et l'irrégularité des dernières respirations.

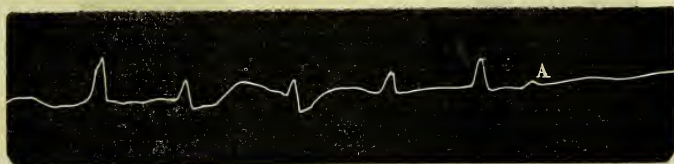


Fig. 119.

La figure 120 montre la réapparition de la respiration sous l'influence des courants continus. On voit que la respiration n'apparaît que quelques temps après l'application de l'électricité au point B. Il n'y a en ce même temps qu'une légère élévation de la ligne. Cette figure montre encore que les

mouvements respiratoires qui ont lieu sous l'influence des courants continus sont rhythmiques et réguliers.

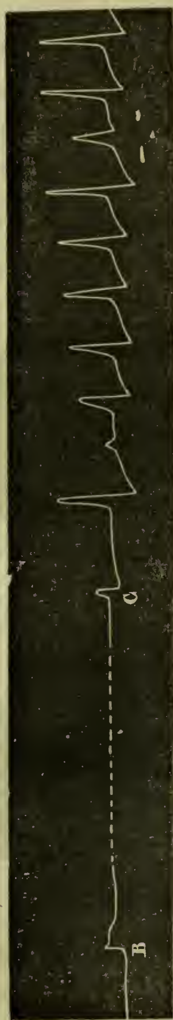


Fig. 120.

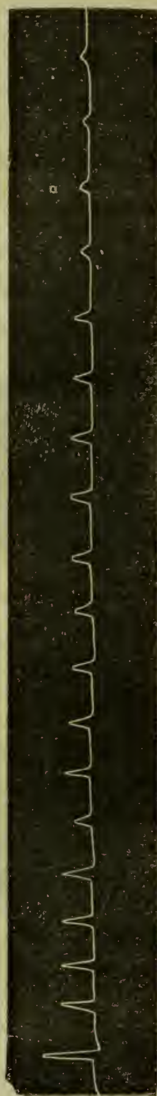


Fig. 121.

La figure 121 montre la disparition graduelle de la respi-

ration, parce qu'on a enlevé les rhéophores aussitôt que la respiration était réapparue.

Il est donc incontestable que les courants continus agissent d'une manière efficace sur le retour des mouvements respiratoires dans les cas d'asphyxie par le chloroforme. Nous avons observé les mêmes résultats dans les cas d'asphyxie par l'éther sulfurique et par le protoxyde d'azote. L'effet est moins remarquable dans les asphyxie et les empoisonnements par certains gaz toxiques, parce que, dans ces cas, il y a une lésion du sang contre laquelle l'électricité est impuissante.

Cette action des courants de la pile, nous le répétons, a été observée dès les premières années de la découverte du galvanisme, et il est étonnant que les médecins n'aient pas plus souvent profité des expériences faites déjà au siècle dernier.

Nous avons déjà relaté plus haut l'expérience de Volta. Aldini avait constaté les mêmes faits, et il dit : « que le galvanisme offre un moyen puissant pour remettre en action la vitalité suspendue dans la plupart des circonstances qui occasionnent cette suspension. »

Anselmi a fait revivre un chien tenu au fond de l'eau et qui paraissait tout à fait mort. « Tiré hors de l'eau, les muscles des jambes étaient sans force, le ventre était gonflé, le cœur ne battait point du tout, les yeux étaient fermés, la bouche et les dents serrées, la langue froide. Aux premiers attouchements des conducteurs galvaniques, le chien ne donna pas le moindre signe de vie, malgré qu'on approchât le conducteur positif des différentes parties de la tête ; mais, lorsqu'on le fit pénétrer dans l'oreille et dans la bouche, l'animal commença à ouvrir les yeux et à respirer,

quoique avec une anxiété douloureuse de toute la poitrine. Il lui fallut beaucoup de temps pour se soutenir sur ses jambes, et il ne se rétablit tout à fait qu'au bout de quelques heures. Alors il marcha et s'enfuit hors de la maison. »

Crève, Hallé et Sue proposèrent de mettre des appareils galvaniques dans les différents quartiers de Paris, surtout au voisinage de la Seine. Voilà plus d'un demi-siècle que cette proposition si éminemment utile a été faite, mais elle n'est pas encore mise à exécution.

Parallèle entre les courants induits et les courants continus dans les cas d'asphyxie et de syncope. — M. Duchenne et Liégeois ont soutenu que les courants induits sont préférables dans tous les cas d'asphyxies aux courants continus. Nous avons soutenu le contraire, et, comme cela arrive souvent, nous avons eu tous à la fois tort et raison.

Nous avons eu tort d'être trop exclusifs, et de rejeter complétement les courants induits, ou plutôt nous nous sommes mal exprimés, car nous prétendions seulement que, d'après le mode opératoire que nous indiquions, l'emploi des courants induits était dangereux.

En effet, nous avons soutenu et nous soutenons encore qu'en faisant passer des courants d'induction de la bouche à l'anus, on risque, avec un courant d'intensité même faible, d'amener l'arrêt du cœur, d'autant plus que dans ces conditions les battements du cœur sont déjà très-affaiblis.

« La faradisation du pneumogastrique et du laryngé supérieur, dit M. Duchenne, est extrêmement dangereuse, car elle peut produire, à une dose même faible, l'arrêt du cœur et de la respiration (1). »

(1) *Examen critique des principales méthodes d'électrisation.* 1870, p. 25.

Ailleurs (1), M. Duchenne ajoute encore : « La faradisation du pneumogastrique n'est pas toujours sans danger. Voici un accident qui m'est arrivé et qui servira d'enseignement à l'expérimentateur. Promenant un rhéophore sur la partie latérale et supérieure du pharynx, sous l'action d'un courant rapide, bien que très-modéré, le malade tomba subitement en syncope ; revenu à lui, il dit qu'il avait éprouvé une sorte d'étouffement et de sensation indéfinissable. »

« Depuis lors, ayant faradisé le pneumogastrique à la même hauteur, avec une intermittence par seconde, et avec un courant très-modéré, le même accident ne se renouvela plus, mais la sensation précordiale se manifesta chaque fois. Une fois j'ai vu négliger ce précepte, pendant que l'on faradisait le pharynx, chez une jeune fille. Une syncope grave fut immédiatement provoquée par cette opération. »

Les mêmes accidents peuvent survenir lorsque l'on électrise l'animal de la bouche à l'anus.

Néanmoins, nous reconnaissons que les courants induits excessivement faibles amènent, par action réflexe sur les centres nerveux lorsque les battements du cœur ne sont pas arrêtés, la réapparition des mouvements respiratoires et rendent l'animal à la vie. Seulement, il ne faut pas croire que les appareils électriques médicaux puissent donner un courant suffisamment faible, car un courant presque imperceptible sur la langue est encore trop fort. Il faut, avec le minimum d'intensité que donne toute espèce d'appareil, faire encore passer le courant à travers une colonne d'eau ou à travers des corps mauvais conducteurs. Pour réussir, il y a une

(1) *Electrisation localisée*. 1861, p. 92.

limite d'intensité électrique, très-difficile à saisir ; un peu en deçà on n'agit pas, un peu au delà on agit trop, et l'on tue alors sans rémission l'animal, alors même que la vie n'était pas tout à fait éteinte. Les courants interrompus doivent être dosés d'une manière très-délicate, car une *force modérée est déjà dangereuse*. Quel est le chirurgien qui osera les employer sans crainte, sachant que, selon l'intensité, il peut produire un effet heureux ou malheureux.

Quelle est au juste cette intensité pour l'homme ? Comment la trouver ? Et surtout quelle difficulté inouïe, même en connaissant au juste l'intensité voulue, de l'obtenir chaque fois d'une manière exacte ?

Enfin, en employant les courants induits, il est un autre élément dont il faut également tenir compte, c'est la rapidité des intermittences. Pour bien juger de cette influence sur les mouvements du cœur, nous avons prié M. Trouvé de nous construire l'appareil suivant (fig. 122), qui permet de régler à volonté le nombre d'intermittences.

Cet appareil à chariot (fig. 122) se compose :

1° D'une bobine inductrice indépendante des bobines induites ;

2° De deux bobines induites (ou d'un plus grand nombre selon le besoin), s'adaptant successivement au chariot, formées de fils de différentes grosseurs ;

3° D'un interrupteur spécial, qui constitue la partie principal de l'appareil.

Cet interrupteur (F, fig. 122 et 123) se compose d'un cylindre divisé en vingt parties, dont chacune contient des touches, dans la progression suivante, c'est-à-dire de 1 à 20.

Ce cylindre, mû par un mouvement d'horlogerie muni d'un volant à résistance variable, est parcouru, instantané-

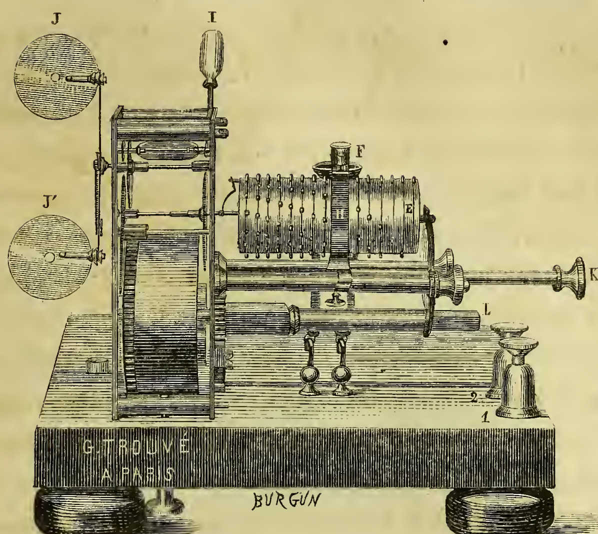


Fig. 122. — Appareil Trouvé et Onimus pour les études physiologiques.

ment, et à volonté, par un stylet qui a pour but d'inter-

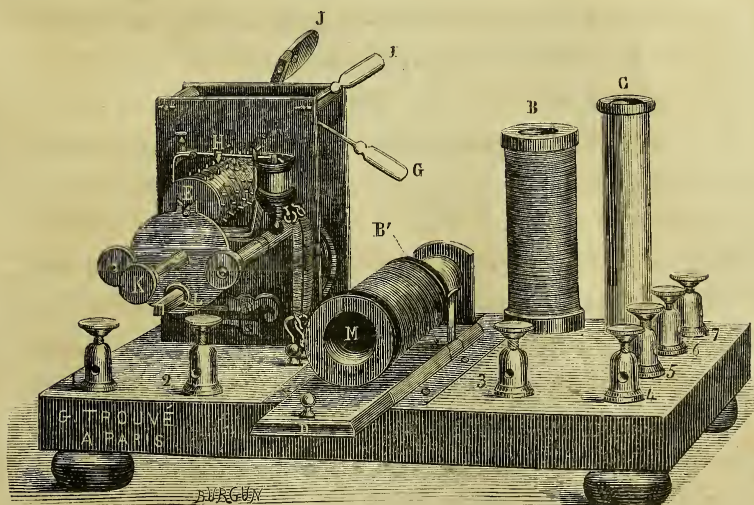


Fig. 123. — Appareil Trouvé et Onimus pour les études physiologiques.

rompre simultanément le courant direct d'une pile à courant

continu et le courant d'induction, autant de fois qu'il y a de touches à la division qu'il occupe.

En donnant au cylindre une vitesse de 1, 2, 3, 4 tours, etc., par seconde, chaque touche est multipliée par ces vitesses correspondantes, c'est-à-dire qu'avec ce seul cylindre on obtient, avec la plus grande précision, depuis une interruption par seconde jusqu'à 80 ; ce qui donne, autrement dit, dans un temps donné, un nombre d'interruptions voulu.

La graduation du courant d'induction, dans cet appareil, s'obtient, à l'aide du chariot, d'une manière plus parfaite qu'avec tout autre système ; puisque l'on va d'un effet nul à un maximum en passant par tous les intermédiaires.

Les courants sont obtenus au moyen d'une pile hermétique dont M. Trouvé est l'auteur, représentée en coupe de grandeur naturelle (fig. 124).

Cette pile est de caoutchouc durci : elle est formée d'une couple zinc et charbon renfermé dans un étui de caoutchouc durci, fermant hermétiquement.

Le zinc et le charbon n'occupent que la moitié de l'étui ; l'autre moitié est occupée par le liquide excitateur (eau ordinaire et du bisulfate de mercure, ou eau et sel marin avec le chlorure d'argent).

Tant que l'étui conserve sa position ordinaire, le sommet en haut, le fond en bas, l'élément ne plonge pas dans le liquide ; il n'y a ni production d'électricité, ni dépense par conséquent. Mais, dès que l'étui est renversé, le couvercle en bas, le courant naît et se continue tant que le liquide excitateur n'est pas épuisé.

M bobine inductrice et C son tube graduateur; BB' bobines induites, dont l'une, à gros fil de 100 mètres de long, et l'autre à fil fin de 200 ; D chariot pour graduer

les courants induits ; E cylindre avec mouvement d'horlogerie ; H stylet interrupteur à mercure (1) ; K bouton

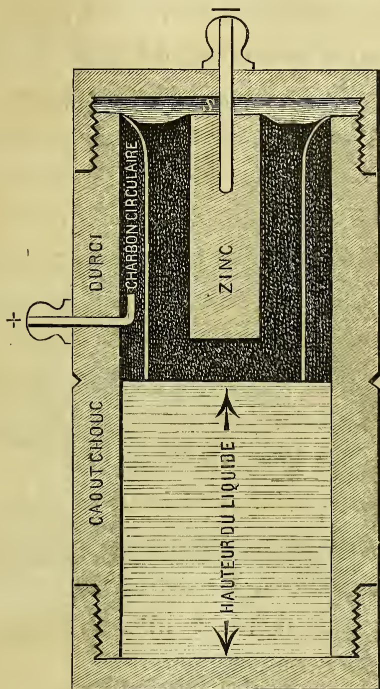


Fig. 124. — Pile hermétique.

pour déplacer le stylet ; JJ' (fig. 122 et 123) ailettes du volant à résistance variable ; L remontoir du mouvement d'horlogerie ; I et G même levier en positions différentes, I est pour la mise en mouvement de l'interrupteur et G pour l'arrêt ; 1 et 2, serre-fils pour recevoir les rhéophores de la pile à courant continu ; 3 et 4, serre-fils de la pile pour produire les courants d'induction ; on recueille ces derniers

(1) Nous avons substitué à cet interrupteur Foucault que nous avions adopté tout d'abord, un interrupteur à contact de nikel, qui dans ce cas lui est bien préférable.

en plaçant les cordons des électrodes en 5 et 6 pour l'extra-courant; en 6 et 7 on recueille les courants induits; en 5 et 7, l'extra-courant et les induits réunis.

Nous ne pouvons nous étendre ici sur les différentes expériences que nous avons faites avec cet appareil et sur les faits que nous avons pu observer sur les mouvements du cœur. Pour rester dans les limites de cette discussion, nous dirons seulement qu'avec cet appareil, lorsqu'on ne fait qu'une, deux ou trois interruptions par seconde, on ne détermine jamais l'arrêt du cœur, quelle que soit la force du courant, pourvu toutefois qu'il ne soit pas excessivement énergique.

Donc, si l'on veut employer des courants induits dans les accidents causés par le chloroforme, ou pour d'autres cas d'asphyxie, il est important de ne faire que des interruptions très-rares. Comme beaucoup de personnes ne savent pas régler les intermittences, il est utile d'avoir des appareils qui ne donnent que de rares intermittences et qui soient faciles à limiter.

L'appareil (fig. 125), construit par M. Trouvé, remplit ces conditions : au moyen d'un levier mobile G, on peut régler la vitesse du trembleur F. Cette disposition inventée par M. Trouvé permet de ne donner par exemple qu'une interruption par seconde.

B et B' sont deux bobines induites, l'une à gros fil et l'autre à fil plus fin, qui se placent successivement, l'une à la place de l'autre sur le chariot.

Si l'idée si juste de Hallé et de Sue, de placer des appareils électriques dans les postes de secours aux noyés, était exécutée, ce sont des appareils offrant ces conditions qu'il faudrait employer, car en limitant le nombre d'intermit-

tences, des mains même non exercées pourraient s'en servir sans danger.

Voici donc un premier fait incontestable, c'est que la rapidité des intermittences est plus nuisible que l'intensité du

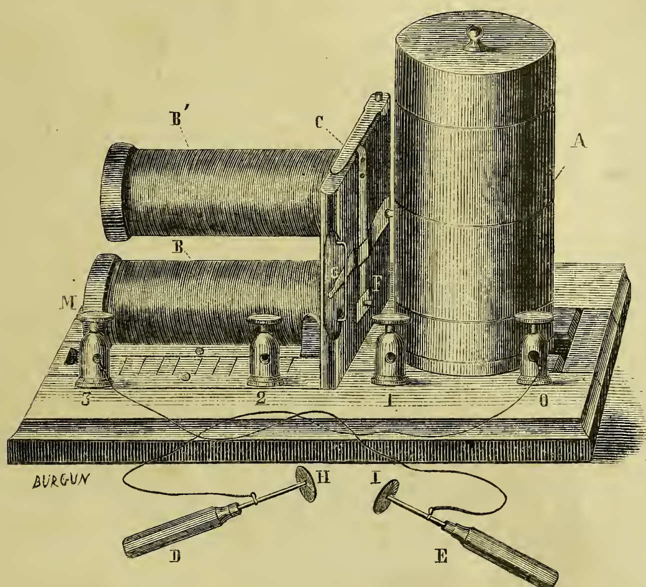


Fig. 125. — Appareil Trouvé.

courant, et que dans les cas où l'on emploie des courants induits qui doivent agir sur les phénomènes cardiaques et respiratoires, il est d'une importance capitale de n'employer que des courants induits à intermittences très-rares.

L'avantage des courants continus est qu'entre des mains inexpérimentées ils offrent, dans tous les cas d'asphyxie, moins de dangers et nécessitent moins de précautions.

De plus, les courants continus ont une influence plus efficace sur les mouvements du cœur. D'après M. Duchenne, « l'électricité, employée comme excitant général du sys-

tème nerveux, peut sauver l'animal si la respiration est seulement suspendue; elle n'est impuissante que lorsque le cœur a cessé de battre. » Cela est vrai pour les courants induits, mais nous affirmons que dans les cas d'accidents chloroformiques dans lesquels le cœur s'arrête, les courants continus font réapparaître les mouvements du cœur. Nous savons que quelques médecins soutiennent que dans les accidents causés par le chloroforme, le cœur continue encore ses mouvements, mais si ce phénomène est vrai dans certains cas, il n'est pas constant, et la mort apparente causée par l'arrêt brusque du cœur est un fait réel et incontestable.

Dans les accidents dus au chloroforme, qui ressemblent rarement à ceux que l'on détermine lorsque l'on cherche à amener chez des animaux la mort par cet agent, il y a presque toujours arrêt du cœur avant l'arrêt de la respiration. Ce sont là des conditions que l'on ne peut reproduire à volonté et qui dépendent du hasard. Eh bien ! dans tous ces cas, et cela nous est arrivé six à sept fois, nous avons obtenu, chez des lapins et des chiens, des phénomènes de mort apparente ressemblant parfaitement à ceux qui surviennent chez l'homme, et toujours nous avons rappelé ces animaux à la vie au moyen des courants continus.

Nous pouvons donc affirmer que les courants continus ramènent les animaux à la vie lorsque les contractions du cœur sont suspendues ou tellement modifiées qu'elles amèneraient la mort, ce qui n'est pas possible avec les courants intermittents. Mais il est important de remarquer qu'il n'en est plus de même lorsque l'arrêt du cœur est produit non accidentellement, mais par l'administration d'une grande quantité de chloroforme. Nous avons eu bien soin

de distinguer ce cas, et dans notre communication à l'Académie des sciences, nous disons : « En produisant un empoisonnement lent, on arrive à faire cesser la respiration et la circulation, et souvent alors il est impossible de rappeler la vie par l'électricité ; cela tient à ce que le cœur est devenu incapable de se contracter, même sous l'influence des excitants les plus énergiques.... Il est clair que dans ce cas on est en face d'un cadavre et que tous les moyens doivent échouer. » Il faut donc tenir compte des différences qui existent quand le cœur s'arrête tout à coup et quand il s'arrête peu à peu, empoisonné par le chloroforme. Dans le premier cas, nous pouvons ramener les contractions du cœur ; dans le second cas, nous n'obtenons plus rien.

Fontana disait, il y a déjà bien des années : « je puis assurer qu'avec le galvanisme il est facile d'accélérer les battements du cœur s'il est en mouvement, et de le mettre en mouvement s'il est en repos. »

Sur la grenouille, l'expérience est très-intéressante parce qu'on peut suivre les diverses phases de l'empoisonnement et de l'effet de l'électricité ; il suffit de mettre le cœur à nu. On voit, en continuant l'action de l'agent anesthésique, les battements du cœur diminuer de force, puis cesser : si l'électricité est alors employée comme nous l'avons indiqué, le cœur recommence à battre. Une grenouille étant abandonnée sur une table après une expérience de ce genre présentait, au bout de vingt-quatre heures, une immobilité complète du cœur, les extrémités des pattes étaient desséchées; et pourtant l'électrisation, qui n'avait plus aucune influence sur les muscles volontaires, amenait encore des contractions du cœur.

Il est un accident terrible où l'efficacité des courants

continus est vraiment admirable, c'est la syncope qui succède à une perte de sang abondante; nous avons vu, sur un animal dont on avait ouvert l'artère carotide et qui, à la suite de l'hémorrhagie, était dans un état de mort apparente, nous avons vu les courants continus ramener la respiration; en cessant l'électrisation, la syncope reparaissait pour disparaître de nouveau par l'emploi du même moyen. Trois fois nous eûmes le même résultat, mais la dernière fois la vie persista, l'animal vécut deux jours et mourut des suites d'une autre opération.

Certainement, dans les cas désespérés où l'hémorrhagie fait périr le malade, on a une ressource, la transfusion du sang; mais les appareils imaginés dans ce but sont loin de rendre l'opération innocente, et exigent des mains habiles; avec les courants continus, le danger est nul, l'application peut en être faite par les plus inhabiles, et on doit les préférer à la transfusion du sang.

En résumé, dans tous les cas où il y a arrêt des mouvements du cœur et de la respiration sans altération du sang et spécialement dans les accidents dus au chloroforme ou à la syncope, l'emploi des courants électriques continus l'emporte sur tous les autres moyens préconisés jusqu'à ce jour, et sont destinés à rendre de grands services.

APPENDICE

GALVANOCAUSTIQUE THERMIQUE.

Quoique nous ayons déjà insisté, dans la première partie de cet ouvrage, sur les principes sur lesquels reposent les appareils de galvanocaustique thermique et chimique, nous croyons rendre service au public médical en donnant la description d'appareils nouveaux construits pour ces opérations. C'est dans ce but que nous ajoutons cet appendice.

Les principaux appareils employés en chirurgie pour élever à une température suffisante les électrodes, sont : la pile de Bunsen, usitée surtout en Allemagne ; la pile de Grove, employée presque exclusivement en Angleterre et en Russie. En France, les chirurgiens ont généralement adopté la pile chirurgicale de M. Grenet.

Cet appareil se compose d'éléments, zinc et charbon, immergés dans de l'acide sulfurique étendu d'eau, saturé de bichromate de potasse. Pour rendre constante cette pile à un seul liquide, M. Grenet a eu l'heureuse idée de maintenir le liquide en agitation, par l'insufflation d'une certaine quantité d'air. La pile conserve une grande énergie, tant que dure l'insufflation, et l'on peut, en faisant pénétrer dans l'appareil une plus ou moins grande quantité d'air, augmenter ou diminuer l'intensité du courant.

Cet appareil est très-difficile à bien nettoyer, et c'est pour obvier à cet inconvénient que MM. Amussat et Trouvé remplacèrent les éléments fixes de la pile Grenet, par des éléments mobiles.

La figure 126 représente l'appareil fait d'après ces indications. Il se compose d'une cage de caoutchouc durci, dans laquelle sont placés des charbons et des zincs en nombre égal, maintenus à distance par les règles supérieure et moyenne de la cage, qui sont divisées comme une crémaillère. Les zincs et les charbons sont tranchants à leur parties supérieures pour recevoir les contacts, comme on le voit dans la figure ci-

jointe. Les contacts sont constitués par des pinces de cuivre très-élastiques et distancées entre elles par des tronçons de tubes de cuivre, le tout embroché sur une tige métallique et serré par deux écrous. Les rhéophores s'ajustent au moyen de pinces à coulant très-simples, sur deux

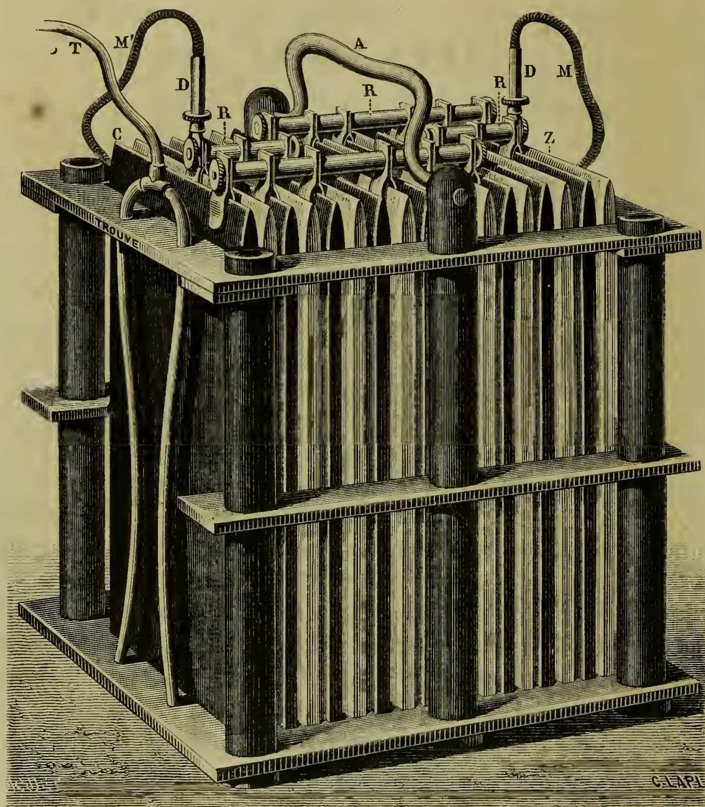


Fig. 126. — Appareil Grenet modifié par M. Amussat.

C, charbons; Z, zincs; R,R',R'', contacts mobiles; M,M'. rhéophores; D,D', pinces pour assujettir les rhéophores; T, tube insufflateur; A, poignée de la pile.

tiges en rapports avec les contacts. La caisse à air de la pile Grenet est remplacée par un double tube de caoutchouc percé de trous, en face de deux ouvertures longitudinales taillées dans la plaque inférieure qui supporte tous les éléments.

Cet appareil a été, depuis, réduit à un volume encore plus petit; comme on peut le voir figure 127. La cage est formée uniquement par

trois plaques de caoutchouc durci, dont l'une sert de base, et les deux autres forment les montants. Ils sont maintenus à la partie supérieure par la poignée même. L'écartement des éléments est obtenu très-simplement au moyen de jarretières de caoutchouc que l'on place en haut et en bas des charbons. Ces jarretières de caoutchouc en cas de choc violent, servent de coussins et évitent, dans bien des cas, la rupture des charbons. L'insufflation se fait également au moyen d'un tube de caoutchouc percé de trous.

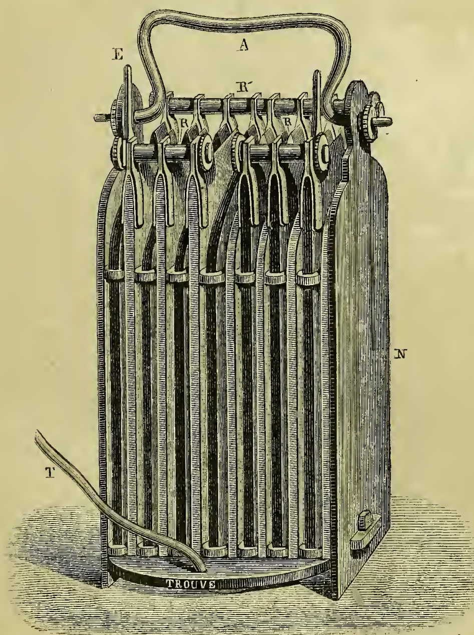


FIG. 127. — Appareil Grenet modifié par M. Trouvé.

A. poignée de la pile; E,E', tiges supportant les rhéophores; R,R',R'', contacts mobiles; N,N', plaques de caoutchouc formant la cage; T, tube insufflateur.

— Le sécateur galvanique de M. Amussat est basé sur le même principe que celui de Middeldorpff, mais il en diffère par quelques perfectionnements qui en rendent le mécanisme plus simple et plus régulier.

Dans les figures 128 et 129, qui représentent le sécateur exécuté par MM. Robert et Collin, on voit que les tiges N. qui doivent être mises en rapport avec les rhéophores, sont placées en arrière du manche M, au lieu

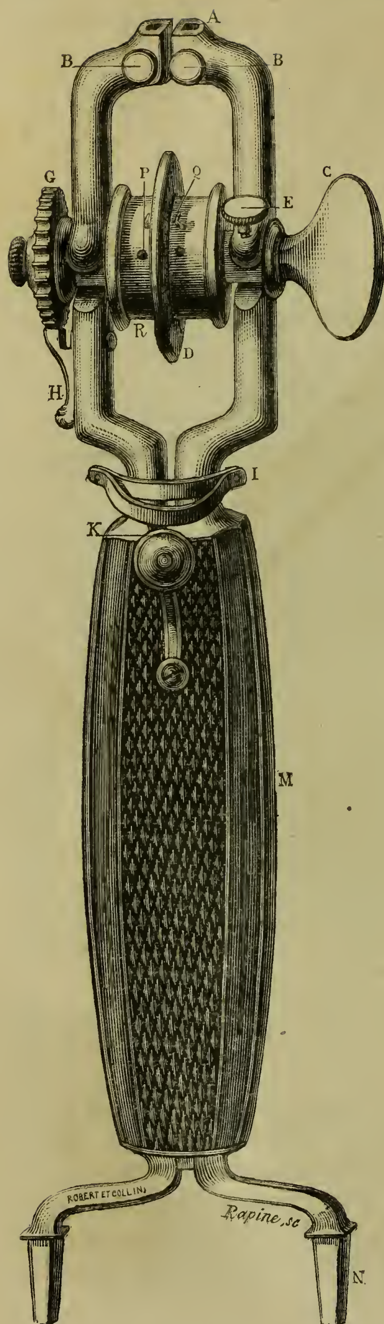




FIG. 128. Sécateur galvanique. FIG. 129.

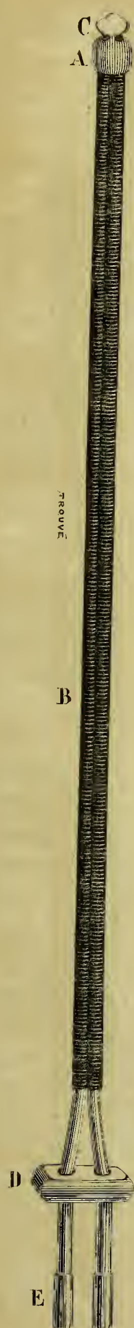


Fig. 130. Canule double.

G

M

Fig. 131 ($\frac{2}{3}$). Lame de buis protectrice.

d'être en avant, comme dans le sécateur de Middeldorpff, disposition nouvelle qui donne plus d'aisance à l'opérateur.

Les boutons à vis BB' destinés à fixer les tubes de la canule double sont les mêmes dans les deux instruments ; mais pour évaluer le mouvement progressif de retrait de l'anse coupante pendant l'opération, M. Amussat a fait ajouter une lame graduée d'ivoire D, qui indique le degré de ce mouvement.

De plus, ce chirurgien a fait placer à l'extrémité antérieure du manche un ressort à pression K, à l'aide duquel le bout du doigt peut interrompre instantanément l'action galvanique, en fermant le courant au moyen de la lame d'argent I.

Cet instrument, muni d'une canule double plus ou moins longue, a servi à notre confrère pour faire l'ablation de tumeurs diverses et pour des opérations très-variées.

Dans le but de pénétrer plus facilement jusqu'au fond de la matrice, lorsqu'il s'agit d'enlever une tumeur fibreuse intra-utérine, M. Amussat a fait faire des canules doubles moins volumineuses, comme on en voit un spécimen dans la figure 130.

Le peu d'espace occupé par cette canule double permet de glisser entre elle et la paroi utérine voisine une petite lame de buis (fig. 131), qui protége la matrice contre le rayonnement du calorique, quand, la tumeur étant assez volumineuse, l'opération doit durer un certain temps.

Dans le but de protéger les parties voisines lorsqu'on doit enlever une tumeur des grandes ou petites lèvres, ou dans toute autre région du corps, M. Amussat a fait fabriquer une pince à lames protectrices de buis L, qui permettent d'isoler la tumeur et d'opérer très-librement (fig. 132 et 133). Les lames de buis L peuvent s'enlever en desserrant les vis V, et être remplacées par d'autres de forme appropriée à la tumeur et à la région où se pratique l'opération.

Notre confrère a également employé avec avantage un petit spéculum de buis, pour l'opération de la fistule à l'anus (fig. 134).

Il y a pour la manœuvre opératoire un grand avantage à pouvoir monter tous les cautères de platine sur le même instrument. Après avoir fait plusieurs essais, M. le Dr Amussat s'est arrêté au porte-cautère représenté demi-grandeur (fig. 135). Il se compose de deux tiges métallique B, terminées par deux cylindres A, fendus suivant leur axe, à leur extrémité libre ; c'est dans ces fentes que s'introduisent les différentes pièces de platine destinées à la cautérisation. Deux coulants C servent à serrer les pinces et à maintenir les cautères complétement fixes. Les deux tiges

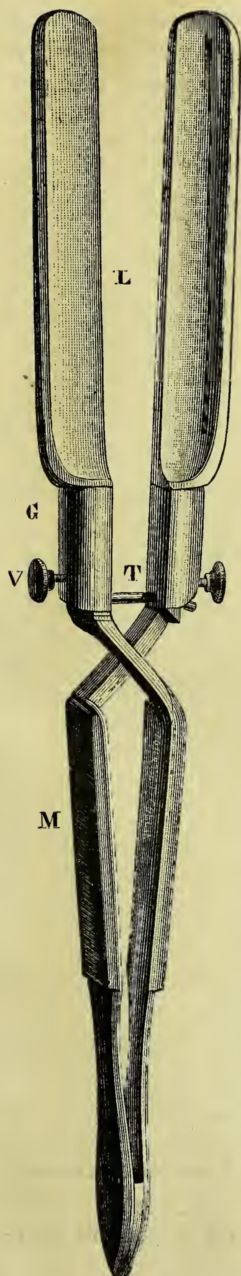


Fig. 132. — Pince protectrice.

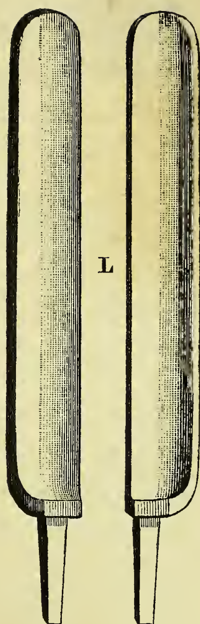


Fig. 133. — Lames de buis.

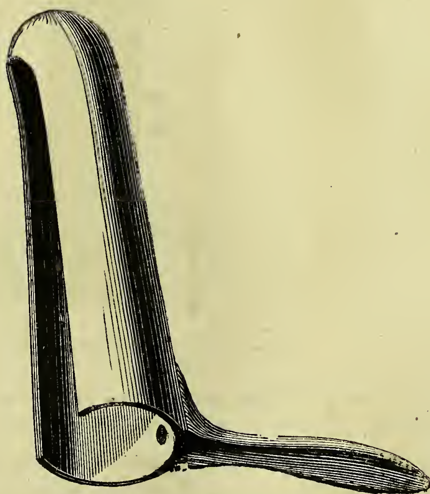


Fig. 134. — Spéculum de buis.

métalliques sont isolées par une lame d'ivoire L, et assujetties par un manche composé de deux pièces d'ébène M. De plus, notre confrère enroule autour des tiges un cordonnet de soie, qui les maintient solidement

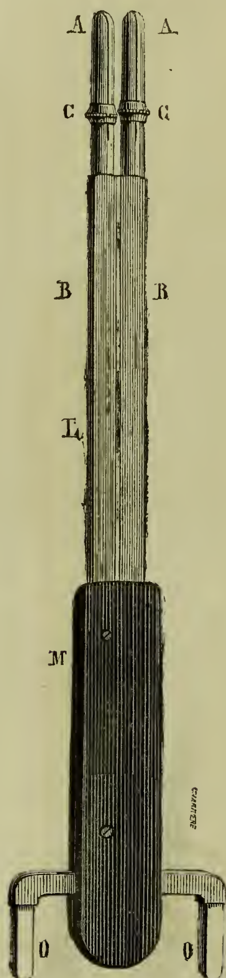


Fig. 135. — Porte-cautère de M. Amussat.

unies et complète l'isolement. Les extrémités O s'adaptent aux rhéophores de la pile.

Depuis plusieurs années, notre confrère y a fait adapter un interrupteur comme dans son sécateur galvanique.

Afin d'avoir des conducteurs plus légers, tout en laissant passer le courant électrique aussi facilement, on peut employer des rhéophores en fils d'argent très-minces et très-flexibles.

ÉLECTROLYSE.

La décomposition chimique des tissus au moyen de l'électricité a été obtenue en employant divers appareils, dont les plus usités sont les piles au proto-sulfate de mercure, les piles de Bunsen, de M. Ciiselli, de M. Trouvé, la pile au chlorure d'argent, etc. L'électrode appliqué sur



Fig. 136. — Électrode ordinaire.

différentes régions du corps pour fermer le circuit galvanique a été modifiée par M. le Dr Amussat. On se sert d'ordinaire d'un électrode en charbon dont nous donnons le dessin (fig. 136). Il se compose d'un

disque de charbon B, recouvert d'une peau de chamois P, monté sur un petit manche de bois M, par l'intermédiaire d'une tige de cuivre, sur laquelle vient s'adapter le rhéophore R.

Ayant à pratiquer la cautérisation d'un cancroïde de la lèvre inférieure, notre confrère appliqua l'électrode de charbon sur le deltoïde du bras droit. La cuisson assez forte que ressentait le malade au point d'application de cet électrode le força de le déplacer plusieurs fois, d'interrompre par conséquent chaque fois le courant, ce qui lui donnait des secousses très-pénibles. Pour obvier à cet inconvénient, il fit fabriquer par M. Trouvé, une électrode (fig. 187) composée d'un cylindre plein en charbon, recouvert d'une peau B, et tenant au manche par deux pivots AA, sur lesquels il tourne. Une lame de cuivre, échancrée et soudée à l'un des conducteurs, est placée en T, et fixée au moyen de la vis V. Pour s'en servir, on applique, sur une partie du corps voisine de celle que l'on veut cautériser, une large plaque d'amadou imbibée d'eau salée, et l'on fait rouler dessus le cylindre B, trempé au préalable dans de l'eau, afin de le rendre conducteur de l'électricité.

L'un et l'autre de ces électrodes ont leur application distincte. Ainsi, quand l'électrode doit être appliqué sur une partie assez limitée du corps, et que la cautérisation ne doit pas durer longtemps, comme au périnée dans la cautérisation de l'urèthre, il est convenable de donner la préférence à l'électrode à plaque de charbon ; quand, au contraire, il s'agit de cautériser une tumeur, et que l'électrode peut être appliqué sur une partie du corps assez étendue, comme les membres, l'abdomen, il y aura avantage à se servir de l'électrode à rouleau en le promenant sur toute la surface d'une large plaque d'amadou.

Pour pratiquer la *cautérisation linéaire* au moyen de la galvanocaustique chimique dans le traitement chirurgical du phimosis, des hémorrhoïdes, des trajets fistuleux, des tumeurs pédiculées ou pédiculisables, M. Amussat a fait fabriquer une pince à pression continue, et élastique. Elle se compose (fig. 138) d'une armature ordinaire d'acier, faisant ressort M, terminée par deux tiges d'acier recouvertes d'un cylindre complet de platine P, et d'une gouttière isolante, de caoutchouc durci I. A l'autre extrémité de l'armature existe un tenon carré A, qui sert à mettre la pince en rapport avec l'un des pôles de l'appareil électrique.

Pour pratiquer une cautérisation linéaire avec cet instrument, on saisit le pédicule de la tumeur avec les deux branches de la pince, que l'on met en rapport avec un des pôles de l'appareil électrique, et l'on

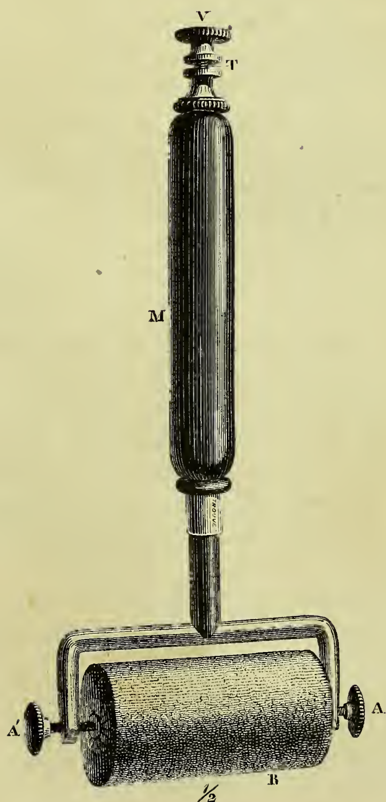


Fig. 137. — Électrode mobile.



Fig. 138. — Pince galvano-caustique.

applique l'autre pôle sur un point voisin de la surface du corps. Le courant électrique, agissant chimiquement sur les tissus dans toute l'étendue des cylindres de platine, produit une eschare linéaire qui amène la mortification de la partie que l'on veut enlever.

APPAREILS A COURANT CONSTANT ET CONTINU.

Le prix élevé et la difficulté de réparer les appareils à courant constant et continu, sont un obstacle sérieux à l'emploi ordinaire des courants constants et continus. Pour un grand nombre de cas, il n'est pas nécessaire d'avoir des appareils parfaits, et surtout dans les cas si nombreux d'atrophie musculaire, d'arthrite sèche, d'ankylose, etc.; chez des malades pauvres, il est préférable d'employer des appareils un peu défectueux que de ne faire aucune médication ; pour ces malades, en effet, la question de pouvoir leur rendre la liberté de leurs mouvements a d'autant plus de prix que leurs moyens d'existence dépendent uniquement de travaux manuels. Dans presque toutes les villes d'Europe, excepté en France, il y a, il est vrai, dans les hôpitaux un service spécial pour tous ces cas, et la science comme l'humanité en profitent. A Paris par exemple, nous pourrions citer bien des faits où des ouvriers sont restés estropiés faute d'un traitement électrique rationnel, et ce serait là une statistique qui condamnerait d'une manière irréfutable la routine de nos administrations hospitalières et scientifiques. Mais en attendant que nous nous décidions, ce qui peut encore être très-long, à adopter en France les moyens reconnus depuis longtemps dans les autres pays comme une nécessité et un avantage, nous croyons rendre service au public, en lui désignant les appareils qui permettent, sans trop de frais, d'avoir recours, dans certaines limites, à cette médication. M. Trouvé vient de construire un appareil qui est, certainement, le plus simple et le plus économique de ceux qui ont été faits jusqu'à présent. Chaque élément revient à 0 f.,50; et de plus, il est facile à tout le monde de le réparer et même de construire d'autres batteries.

Voici d'ailleurs la description d'un élément :

C'est la pile Callau, qui elle-même n'est que la pile Daniel dépourvue du vase poreux.

Un simple verre à boire renferme le couple électrique.

L'élément cuivre est constitué par un fil de ce métal, occupant le centre du verre et enroulé en spirale à la partie inférieure. Il repose au fond du verre.

L'élément zinc est formé aussi par un fil. Ce fil est enroulé en boudin à ses deux extrémités; l'une sert d'élément, l'autre sert à joindre le couple à son voisin pour obtenir de l'électricité de tension.

La tige centrale de cuivre est isolée du zinc et de la colonne liquide par un tube de caoutchouc souple ou durci, ou de verre ou même par un vernis gras. Cette tige supporte la rondelle de liége R qui reçoit l'oxyde de zinc, et l'empêche ainsi de se déposer au fond du vase A sur l'élément cuivre.

Les couples étant ainsi disposés (fig 139) il suffit de remplir à peu près

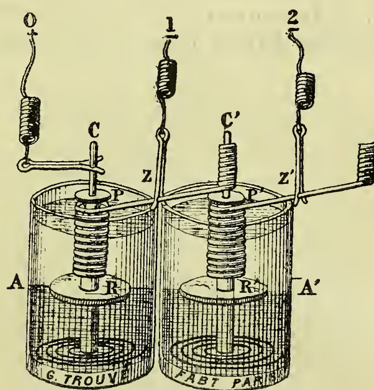


Fig. 139. — Pile Callau modifiée par M. Trouvé.

chaque verre avec de l'eau ordinaire, dans laquelle on jettera quelques cristaux de sulfate de cuivre (10 grammes environ dans chaque verre). Lorsque l'eau sera saturée les couples fonctionneront régulièrement, jusqu'à l'épuisement complet des cristaux, c'est-à-dire six mois et plus, suivant l'usage modéré qu'on en fera. Il suffira alors de jeter de nouveaux cristaux pour leur rendre aussitôt toute leur activité; si toutefois les zincs ne sont pas complétement détruits, car dans ce cas il faudrait les remplacer.

Quand on a ainsi un grand nombre d'éléments, il est nécessaire pour les applications médicales de pouvoir en graduer les effets, soit comme quantité, soit comme tension, et même dans certains cas en augmentant la résistance intérieure.

Voici comment on peut obtenir ces effets.

La quantité maximum correspondant à l'immersion complète de l'élément zinc composé de 10 hélices, il suffira de n'en immerger que

9, 8, 7, 6, 5, etc., pour diminuer l'intensité des couples 1/10, 2/10, 3/10, 4/10, 5/10, etc., ce qu'on obtient, soit par la graduation du liquide, soit par le jeu de glissement du boudin zinc entre les rondelles P. R.

Pour régler la tension, on dispose en rond, sur une planchette ou sur la porte de l'armoire ou de la boîte où sont placés les éléments, autant de clous de tapissier (pointes de cuivre à tête ronde) qu'il y a d'éléments en batterie. On réunit par des fils de cuivre adaptés aux éléments par des pinces le pôle positif C à la vis à anneau à laquelle est fixée l'électrode E par le mousqueton M (ou tout autrement), puis tous les pôles négatifs 1, 2, 3, 4, 5. . . . . 29 aux pointes portant les numéros correspondants; il suffira alors de placer le ressort frotteur F (fig. 140),

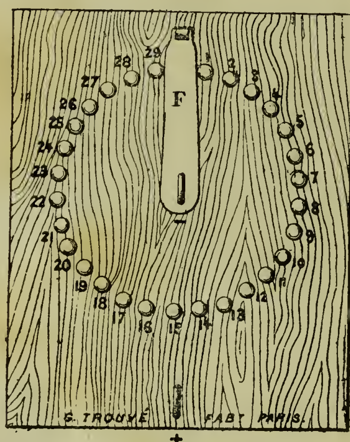


Fig. 140. — Collecteur vu de face.

auquel est fixé l'électrode négative E′ (fig. 141) sur le 1er ou le 29me clou pour varier la tension du courant de 1 à 29, etc.

Enfin, pour augmenter la résistance intérieure de cette pile, il suffit de choisir des vases plus élevés; la résistance intérieure croîtra proportionnellement à la hauteur de la colonne liquide, etc.

Cet appareil a pour lui l'avantage d'être d'un prix peu élevé, en même temps il est très-constant et d'une tension assez grande, mais il n'est nullement portatif.

Pour les médecins, il est utile d'avoir souvent des appareils portatifs; mais, nous ne le dissimulons pas, les appareils portatifs ont toujours

de grands inconvénients. Leur action n'est jamais aussi constante, et l'on ne peut sous un petit volume obtenir des piles ayant toutes les conditions voulues pour l'usage médical. Il est un fait important en électrothérapie, c'est qu'il ne faut pas seulement arriver à avoir une force électro-motrice égale à celle d'un autre appareil, mais il faut que les éléments aient une résistance intérieure très-grande ; or, dans les

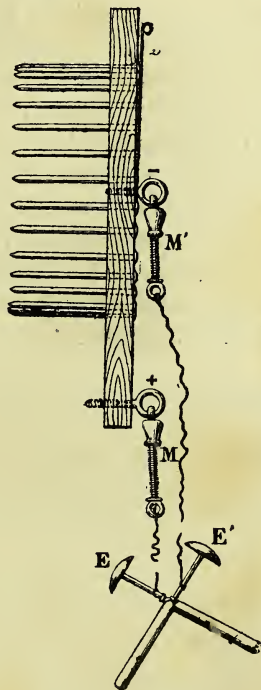


FIG. 141. — Collecteur vu de profil.

appareils portatifs construits jusqu'à ce jour, cela n'existe réellement que dans l'appareil au protosulfate de mercure avec sciure de bois que nous avons fait construire par M. Gaiffe. Par contre, si cet appareil a certains avantages, il a l'inconvénient de n'être jamais aussi énergique et de ne pouvoir être employé que dans les cas où il ne faut qu'une action modérée.

La résistance intérieure de la pile est nécessaire, car si elle n'existe pas, l'intensité du courant varie énormément selon la quantité de tissus interposés entre les deux électrodes ; elle diminue à mesure que cette

quantité devient plus grande, c'est-à-dire à mesure que la résistançe extérieure augmente. Donc pour ces piles à faible résistance intérieure les effets ne sont jamais constants, car la résistance du corps est très-considérabble. Il faut absolument, pour les affections de la moelle, avoir des éléments qui aient une résistance intérieure égale à la résistance extérieure, et c'est pour cela que pour les appareils électro-médicaux il n'est point indifférent d'employer tel ou tel élément, alors même qu'au point de vue mécanique l'intensité est la même. En un mot, la meilleure pile en électro-thérapie est celle qui, sans donner une grande quantité, offre une grande constance d'action et une grande résistance intérieure. Nous expérimentons dans ce moment des piles Daniel ou mieux de Callau, où le zinc et le cuivre seront distants d'au moins 50 centimètres ; en ajoutant un grand nombre d'éléments nous pourrons avoir une tension très-forte ; l'action chimique de ces éléments est très-faible et la résistance intérieure sera la plus considérable qu'on ait obtenue jusqu'à présent. Nous espérons ainsi nous placer dans les conditions les plus favorables pour agir sur l'organisme.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE

APPAREILS ÉLECTRIQUES

CHAPITRE PREMIER

DE L'EMPLOI DE L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE EN THÉRAPEUTIQUE

CHAPITRE II

DES COURANTS D'INDUCTION

CHAPITRE III

DES ÉLÉMENTS ET DES APPAREILS A COURANT CONSTANT ET CONTINU

CHAPITRE IV

DES PHÉNOMÈNES PHYSIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LES CORPS VIVANTS

DEUXIÈME PARTIE

ÉLECTRICITÉ ANIMALE ET ACTION PHYSIQUE ET CHIMIQUE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES TISSUS

CHAPITRE PREMIER

DE L'ORGANISME CONSIDÉRÉ COMME SOURCE D'ÉLECTRICITÉ

CHAPITRE II

DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-CAPILLAIRES. — DÉCOUVERTES DE M. BECQUEREL

CHAPITRE III

DES EFFETS PHYSIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES DANS LES CORPS VIVANTS

CHAPITRE IV

EFFETS CHIMIQUES DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES CORPS VIVANTS

TROISIÈME PARTIE

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES ET CLINIQUES

CHAPITRE PREMIER

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA CIRCULATION

Recherches physiologiques

Recherches cliniques

CHAPITRE II

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LE SYSTÈME NERVEUX

Recherches physiologiques

Recherches cliniques

CHAPITRE III

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LE SYSTÈME MUSCULAIRE

Recherches physiologiques

Des muscles striés

Recherches cliniques

De l'influence des courants électriques sur les fibres lisses

CHAPITRE IV

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LA NUTRITION GÉNÉRALE.

Recherches physiologiques

Recherches cliniques

CHAPITRE V

INFLUENCE DE L'ÉLECTRICITÉ SUR LES MOUVEMENTS DU COEUR ET SUR CEUX DE LA RESPIRATION

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.



RÉCENTES PUBLICATIONS MÉDICALES

Pathologie médicale.

BARTHEZ et RILLIET. **Traité clinique et pratique des maladies des enfants**. 1861, 2e édit. refondue, 2e tirage, 3 vol. in-8. 25 fr.

BECQUEREL. **Traité clinique des maladies de l'utérus et de ses annexes**. 1859, 2 vol. in-8 de 1061 pages, avec un atlas de 18 pl. (dont 5 coloriées) représentant 44 figures. 20 fr.

BECQUEREL. **Traité des applications de l'électricité à la thérapeutique médicale et chirurgicale**. 1860, 2e édition, 1 vol. in-8, fig. 7 fr.

BOTKIN. **Des maladies du cœur**. Leçons de clinique médicale faites à l'université de Saint-Pétersbourg. 1870, in-8. 3 fr. 50

BOUCHUT ET DESPRÉS. **Dictionnaire de thérapeutique médicale et chirurgicale**, comprenant le résumé de la médecine et de la chirurgie, les indications thérapeutiques de chaque maladie, la médecine opératoire, les accouchements, l'oculistique, l'odontechnie, les maladies d'oreilles, l'électrisation, la matière médicale, les eaux minérales et un formulaire spécial pour chaque maladie. 2e édition. (*Sous presse.*)

BOUCHUT. **Diagnostic des maladies du système nerveux par l'ophthalmoscopie**. 1866, 1 vol. in-8 avec atlas colorié. 9 fr.

BRIERRE DE BOISMONT. **Des hallucinations, ou Histoire raisonnée des apparitions**, des visions, des songes, de l'extase, du magnétisme et du somnambulisme. 1862, 3e édition très-augmentée. 7 fr.

BRIERRE DE BOISMONT. **Du suicide et de la folie suicide**, considérés dans leurs rapports avec la statistique, la médecine et la philosophie. 2e édition, 1865, 1 vol. in-8 de 680 pages. 7 fr.

CASPER. **Traité pratique de médecine légale**, rédigé d'après des observations personnelles, par Jean-Louis Casper, professeur de médecine légale de la Faculté de médecine de Berlin; traduit de l'allemand sous les yeux de l'auteur, par M. Gustave Germer Baillière. 1862, 2 vol. in-8. 15 fr.

— Atlas colorié se vendant séparément. 12 fr

*

DEVERGIE (Alphonse). **Médecine légale théorique et pratique**, avec le texte et l'interprétation des lois relatives à la médecine légale, revus et annotés par M. Dehaussy de Robécourt, conseiller à la Cour de cassation. 1852, 3e édit., 3 vol. in-8. 23 fr.

DROGNAT-LANDRÉ. **De la contagion de la lèpre**, seule cause de la propagation de la lèpre. 1869, in-8. 2 fr.

DURAND-FARDEL. **Traité pratique des maladies chroniques**. 1868, 2 vol. gr. in-8. 20 fr.

DURAND-FARDEL. **Traité thérapeutique des eaux minérales** de France et de l'étranger, et de leur emploi dans les maladies chroniques. 2e édit., 1862, 1 vol. in-8 de 774 pages, avec carte coloriée. 9 fr.

DURAND-FARDEL. **Traité pratique des maladies des vieillards**. 1871, 2e édition. 1 fort vol. gr. in-8. (*Sous presse.*)

GARNIER. **Dictionnaire annuel des progrès des sciences et institutions médicales**, suite et complément de tous les dictionnaires, précédé d'une introduction par M. le docteur Amédée Latour. 1 vol. in-12 de 500 pages.

Prix de la 1re	année 1864.	5 fr.
—	2e année 1865.	6 fr.
—	3e année 1866.	6 fr.
—	4e année 1867.	6 fr.
—	5e année 1868.	6 fr.
—	6e année 1869.	6 fr.

GINTRAC (E.). **Cours théorique et clinique de pathologie interne et de thérapie médicale**. 1853-1859, 9 vol. gr. in-8. 63 fr.

Les tomes IV et V se vendent séparément. 14 fr.

Les tomes VI et VII (*Maladies du système nerveux*) se vendent séparément. 14 fr.

Les tomes VIII et IX (*Maladies du système nerveux* (suite) se vendent séparément. 14 fr.

GOUBERT. **Manuel de l'art des autopsies cadavériques**, surtout dans ses applications à l'anatomie pathologique, précédé d'une lettre de M. le professeur Bouillaud. 1867, in-18 de 520 pages, avec 145 figures dans le texte. 6 fr.

GUINIER. **Essai de pathologie et de clinique médicales**, contenant des recherches spéciales sur la forme pernicieuse de la maladie des marais, la fièvre typhoïde, la diphthérie, la pneumonie, la thoracocentèse chez les enfants, le carreau, etc. 1866, 1 fort vol. in-8. 8 fr.

HÉRARD et CORNIL. **De la phthisie pulmonaire**, étude anatomo-pathologique et clinique. 1867, 1 vol. in-8, avec fig. dans le texte et planches coloriées. 10 fr.

MOREAU (de Tours). **Traité pratique de la folie névropathique** (vulgo hystérique). 1869, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

MUNARET. **Le Médecin des villes et des campagnes.** 4e édition, 1862, 1 vol. gr. in-18. 4 fr. 50

NIEMEYER. **Éléments de pathologie interne et de thérapeutique**, traduits de l'allemand, annotés par M. Cornil, et précédés d'une Introduction de M. le professeur Béhier. 1869, 2e édition française augmentée de notes nouvelles. 2 vol. gr. in-8. 15 fr.

ONIMUS et LEGROS. **Traité d'électricité médicale.** 1 fort vol. in-8, avec de nombreuses figures intercalées dans le texte. (*Sous presse.*)

REQUIN. **Éléments de pathologie médicale.** 1843-1863, 4 forts vol. in-8.
Prix de ces 4 volumes. 30 fr.
Le tome III se vend séparément. 6 fr.
Le tome IV se vend séparément. 8 fr.

SANDRAS (feu) et BOURGUIGNON. **Traité pratique des maladies nerveuses.** 2e édit., entièrement refondue. 1860-1863, 2 vol. in-8. 12 fr.

TARDIEU. **Manuel de pathologie et de clinique médicales.** 3e édition, corrigée et augmentée. 1866, 1 vol. gr. in-18. 7 fr.

Pathologie chirurgicale.

ANGER (Benjamin). **Traité iconographique des maladies chirurgicales**, précédé d'une introduction par M. le professeur Velpeau. 1866, in-4.
Chaque livraison est composée de huit planches et du texte correspondant.
Prix. 12 fr.
Tous les exemplaires sont coloriés.— La première partie (Luxations et Fractures) est terminée ; elle est composée de 12 livraisons et demie (100 planches contenant 254 fig. et 127 bois), et coûte reliée. 150 fr.

BILLROTH. **Traité de pathologie chirurgicale générale**, traduit de l'allemand, précédé d'une introduction par M. le professeur Verneuil. 1868, 1 fort vol. gr. in-8, avec 100 fig. dans le texte. 14 fr.

DONDERS. **L'Astigmatisme** et les verres cylindriques, *traduit du hollandais* par le docteur H. Dor, médecin à Vevey. 1862, 1 vol. in-8 de 144 pages. 4 fr. 50

HOUEL. **Manuel d'anatomie pathologique générale et appliquée**, contenant le catalogue et la description des pièces déposées au musée Dupuytren. 2e édition, 1862, 1 vol. in-18 de 930 pages. 7 fr.

JAMAIN. **Manuel de petite chirurgie**, 1864, 4e édition, refondue. 1 vol. gr. in-18 de 716 pages, avec 344 fig. 7 fr.

JAMAIN. **Manuel de pathologie et de clinique chirurgicales.** 1869, 2e édition. 2 forts vol. in-18. 15 fr.

LIEBREICH (Richard). **Atlas d'ophthalmoscopie** représentant l'état normal et les modifications pathologiques du fond de l'œil visibles à l'ophthalmoscope, composé de 14 planches contenant 60 figures tirées en chromolithographie, accompagnées d'un texte explicatif et dessinées d'après nature. 1870, 2e édition. 1 vol. in-folio. 30 fr.

MALGAIGNE. **Manuel de médecine opératoire.** 7e édition, 1861. 1 vol. grand in-18. 7 fr.

MAUNOURY et SALMON. **Manuel de l'art des accouchements**, précédé d'une Description abrégée des fonctions et des organes du corps humain, et suivi d'un Exposé sommaire des opérations de petite chirurgie les plus usitées, à l'usage des élèves sages-femmes qui suivent les cours départementaux. 1861, 2e édition, corrigée et augmentée. 1 vol. in-8, avec 32 fig. 7 fr.

NÉLATON. **Éléments de pathologie chirurgicale**, par M. A. Nélaton, membre de l'Institut, professeur de clinique à la Faculté de médecine, chirurgien de l'empereur, etc.

Seconde édition complétement remaniée.

Tome premier, rédigé par M. le docteur Jamain, chirurgien des hôpitaux. 1 fort vol. gr. in-8. 9 fr.

Tome second, rédigé par le docteur Péan, chirurgien des hôpitaux. 1 fort vol. gr. in-8, avec 288 fig. dans le texte. 13 fr.

Tome troisième (1re partie), rédigé par M. le docteur Péan, 1 vol. gr. in-8, avec figures. 7 fr.

PHILLIPS. **Traité des maladies des voies urinaires.** 1860, 1 fort vol. in-8, avec 97 fig. intercalées dans le texte. 10 fr.

RICHARD (Adolphe). **Pratique journalière de la chirurgie.** 1 beau vol. gr. in-8, 1868, avec 300 fig. originales. 15 fr.

SCHWEIGGER. **Leçons d'ophthalmoscopie**, traduites de l'allemand par M. le docteur Herschell, avec 3 planches lith. et des fig. dans le texte. 1868, in-8 de 144 pages. 3 fr. 50

SOELBERG-WELLS. **Traité pratique des maladies des yeux.** 1 fort vol. gr. in-8, avec fig. et pl. coloriées. Traduit de l'anglais (*Sous presse.*)

VIRCHOW. **Pathologie des tumeurs**, cours professé à l'université de Berlin, traduit de l'allemand par le docteur Aronssohn.

Tome I, 1867, 1 vol. in-8, avec 106 figures intercalées dans le texte. 12 fr.

Tome II, 1869, 1 vol. in-8, avec 80 fig. dans le texte. 12 fr.

Tome III, 1872, 1 vol. in-8, avec 60 fig. dans le texte. 12 fr.

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE
17, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17
PARIS

EXTRAIT DU CATALOGUE.

BIBLIOTHÈQUE
DE
PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE
Volumes in-18 à 2 fr. 50 c.

Ouvrages publiés.

H. Taine.

LE POSITIVISME ANGLAIS, étude sur Stuart Mill. 1 vol.
L'IDÉALISME ANGLAIS, étude sur Carlyle. 1 vol.
PHILOSOPHIE DE L'ART. 1 vol.
PHILOSOPHIE DE L'ART EN ITALIE. 1 vol.
DE L'IDÉAL DANS L'ART. 1 vol.
PHILOSOPHIE DE L'ART DANS LES PAYS-BAS. 1 vol.
PHILOSOPHIE DE L'ART EN GRÈCE. 1 vol.

Paul Janet.

LE MATÉRIALISME CONTEMPORAIN. Examen du système du docteur Büchner. 1 vol.
LA CRISE PHILOSOPHIQUE. MM. Taine, Renan, Vacherot, Littré. 1 vol.
LE CERVEAU ET LA PENSÉE. 1 vol.

Odysse-Barot.

PHILOSOPHIE DE L'HISTOIRE. 1 vol.

Alaux.

PHILOSOPHIE DE M. COUSIN. 1 vol.

Ad. Franck.

PHILOSOPHIE DU DROIT PÉNAL. 1 vol.
PHILOSOPHIE DU DROIT ECCLÉSIASTIQUE. 1 vol.
LA PHILOSOPHIE MYSTIQUE EN FRANCE AU XVIIIe SIÈCLE (St-Martin et don Pasqualis). 1 vol.

Charles de Rémusat.

PHILOSOPHIE RELIGIEUSE. 1 vol.

Émile Saisset.

L'AME ET LA VIE, suivi d'une étude sur l'Esthétique franç. 1 vol.
CRITIQUE ET HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE (frag. et disc.). 1 vol.

Charles Lévêque.

LE SPIRITUALISME DANS L'ART. 1 vol.
LA SCIENCE DE L'INVISIBLE. Étude de psychologie et de théodicée. 1 vol.

Auguste Laugel.

LES PROBLÈMES DE LA NATURE. 1 vol.
LES PROBLÈMES DE LA VIE. 1 vol.
LES PROBLÈMES DE L'AME. 1 vol.
LA VOIX, L'OREILLE ET LA MUSIQUE. 1 vol.
L'OPTIQUE ET LES ARTS. 1 vol.

Challemel-Lacour.

LA PHILOSOPHIE INDIVIDUALISTE, étude sur Guillaume de Humboldt. 1 vol.

L. Buchner.

SCIENCE ET NATURE, trad. de l'allem. par Aug. Delondre. 2 vol.

Albert Lemoine.

LE VITALISME ET L'ANIMISME DE STAHL. 1 vol.

DE LA PHYSIONOMIE ET DE LA PAROLE. 1 vol.

Milsand.

L'ESTHÉTIQUE ANGLAISE, étude sur John Ruskin. 1 vol.

A. Véra.

ESSAIS DE PHILOSOPHIE HÉGÉLIENNE. 1 vol.

Beaussire.

ANTÉCÉDENTS DE L'HÉGÉLIANISME DANS LA PHILOS. FRANÇ. 1 vol.

Bost.

LE PROTESTANTISME LIBÉRAL. 1 vol.

Francisque Bouillier.

DU PLAISIR ET DE LA DOULEUR. 1 vol.

Ed. Auber.

PHILOSOPHIE DE LA MÉDECINE. 1 vol.

Leblais.

MATÉRIALISME ET SPIRITUALISME, précédé d'une Préface par M. E. Littré. 1 vol.

J. Garnier.

DE LA MORALE DANS L'ANTIQUITÉ, précédé d'une Introduction par M. Prévost-Paradol. 1 vol.

Schœbel.

PHILOSOPHIE DE LA RAISON PURE. 1 vol.

Beauquier.

PHILOSOPH. DE LA MUSIQUE. 1 vol.

Tissandier.

DES SCIENCES OCCULTES ET DU SPIRITISME. 1 vol

J. Moleschott.

LA CIRCULATION DE LA VIE. Lettres sur la physiologie, en réponse aux Lettres sur la chimie de Liebig, trad. de l'allem. 2 vol.

Ath. Coquerel fils.

ORIGINES ET TRANSFORMATIONS DU CHRISTIANISME. 1 vol.

LA CONSCIENCE ET LA FOI. 1 vol.

HISTOIRE DU CREDO. 1 vol.

Jules Levallois.

DÉISME ET CHRISTIANISME. 1 vol.

Camille Selden.

LA MUSIQUE EN ALLEMAGNE. Étude sur Mendelssohn. 1 vol.

Fontanès.

LE CHRISTIANISME MODERNE. Étude sur Lessing. 1 vol.

Saigey.

LA PHYSIQUE MODERNE. 1 vol.

Mariano.

LA PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE EN ITALIE. 1 vol.

Faivre.

DE LA VARIABILITÉ DES ESPÈCES. 1 vol.

Letourneau.

PHYSIOLOGIE DES PASSIONS. 1 vol.

Stuart Mill.

AUGUSTE COMTE ET LA PHILOSOPHIE POSITIVE, trad. de l'angl. 1 vol.

Ernest Bersot.

LIBRE PHILOSOPHIE. 1 vol.

A. Réville.

HISTOIRE DU DOGME DE LA DIVINITÉ DE JÉSUS-CHRIST. 1 vol.

W. de Fonvielle.

L'ASTRONOMIE MODERNE. 1 vol.

C. Coignet.

LA MORALE INDÉPENDANTE. 1 vol.

E. Boutmy.

PHILOSOPHIE DE L'ARCHITECTURE EN GRÈCE. 1 vol.

Et. Vacherot.

LA SCIENCE ET LA CONSCIENCE. 1 vol.

Chacun de ces ouvrages a été tiré au nombre de trente exemplaires sur papier vélin. Prix de chaque exemplaire. 10 fr.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE
17, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17
PARIS

EXTRAIT DU CATALOGUE.

— JUILLET 1871 —

RÉCENTES PUBLICATIONS
SCIENTIFIQUES

Pathologie médicale.

BARTHEZ et RILLIET. **Traité clinique et pratique des maladies des enfants**. 1861, 2e édit. refondue, 2e tirage, 3 vol. in-8. 25 fr.

BECQUEREL. **Traité clinique des maladies de l'utérus et de ses annexes.** 1859, 2 vol. in-8 de 1061 pages, avec un atlas de 18 pl. (dont 5 coloriées) représentant 44 figures. 20 fr.

BECQUEREL. **Traité des applications de l'électricité à la thérapeutique médicale et chirurgicale.** 1860, 2e édition, 1 vol. in-8, fig. 7 fr.

BOTKIN. **Des maladies du cœur**. Leçons de clinique médicale faites à l'université de Saint-Pétersbourg. 1870, in-8. 3 fr. 50

BOUCHUT ET DESPRÉS. **Dictionnaire de thérapeutique médicale et chirurgicale**, comprenant le résumé de la médecine et de la chirurgie, les indications thérapeutiques de chaque maladie, la médecine opératoire, les accouchements, l'oculistique, l'odontechnie, les maladies d'oreilles, l'électrisation, la matière médicale, les eaux minérales et un formulaire spécial pour chaque maladie. 2e édition. (*Sous presse.*)

BOUCHUT. **Diagnostic des maladies du système nerveux par l'ophthalmoscopie.** 1866, 1 vol. in-8 avec atlas colorié. 9 fr.

BRIERRE DE BOISMONT. **Des hallucinations, ou Histoire raisonnée des apparitions**, des visions, des songes, de l'extase, du magnétisme et du somnambulisme. 1862, 3e édition très-augmentée. 7 fr.

BRIERRE DE BOISMONT. **Du suicide et de la folie suicide**, considérés dans leurs rapports avec la statistique, la médecine et la philosophie. 2e édition, 1865, 1 vol. in-8 de 680 pages. 7 fr.

CASPER. **Traité pratique de médecine légale**, rédigé d'après des observations personnelles, par Jean-Louis Casper, professeur de médecine légale de la Faculté de médecine de Berlin; traduit de l'allemand sous les yeux de l'auteur, par M. Gustave Germer Baillière. 1862, 2 vol. in-8. 15 fr.

— Atlas colorié se vendant séparément. 12 fr.

CORNIL. **Des différentes espèces de néphrites**. 1869, in-8. 3 fr. 50

DAMASCHINO. **Des différentes formes de la pneumonie aiguë chez les enfants**. 1867, in-8 de 154 pages. 3 fr. 50

DAMASCHINO. **La pleurésie purulente**. 1869, in-8. 3 fr. 50

DEVERGIE (Alphonse). **Médecine légale théorique et pratique**, avec le texte et l'interprétation des lois relatives à la médecine légale, revus et annotés par M. Dehaussy de Robécourt, conseiller à la Cour de cassation. 1852, 3e édit., 3 vol. in-8. 23 fr.

DROGNAT-LANDRÉ. **De la contagion de la lèpre**, seule cause de la propagation de la lèpre. 1869, in-8. 2 fr.

DURAND-FARDEL. **Traité pratique des maladies chroniques**. 1868, 2 vol. gr. in-8. 20 fr.

DURAND-FARDEL. **Traité thérapeutique des eaux minérales** de France et de l'étranger, et de leur emploi dans les maladies chroniques. 2e édit., 1862, 1 vol. in-8 de 774 pages, avec carte coloriée. 9 fr.

DURAND-FARDEL. **Traité pratique des maladies des vieillards**. 1871, 2e édition. 1 fort vol. gr. in-8. (*Sous presse.*)

GARNIER. **Dictionnaire annuel des progrès des sciences et institutions médicales**, suite et complément de tous les dictionnaires, précédé d'une introduction par M. le docteur Amédée Latour. 1 vol. in-12 de 500 pages.

Prix de la 1re année 1864.	5 fr.
— 2e année 1865.	6 fr.
— 3e année 1866.	6 fr.
— 4e année 1867.	6 fr.
— 5e année 1868.	6 fr.
— 6e année 1869.	6 fr.

GINTRAC (E.). **Cours théorique et clinique de pathologie interne et de thérapie médicale.** 1853-1859, 9 vol. gr. in-8. 63 fr.

Les tomes IV et V se vendent séparément. 14 fr.

Les tomes VI et VII (*Maladies du système nerveux*) se vendent séparément. 14 fr.

Les tomes VIII et IX (*Maladies du système nerveux* (suite) se vendent séparément. 14 fr.

GOUBERT. **Manuel de l'art des autopsies cadavériques,** surtout dans ses applications à l'anatomie pathologique, précédé d'une lettre de M. le professeur Bouillaud. 1867, in-18 de 520 pages, avec 145 figures dans le texte. 6 fr.

GUINIER. **Essai de pathologie et de clinique médicales,** contenant des recherches spéciales sur la forme pernicieuse de la maladie des marais, la fièvre typhoïde, la diphthérie, la pneumonie, la thoracocentèse chez les enfants, le carreau, etc. 1866, 1 fort vol. in-8. 8 fr.

HÉRARD et CORNIL. **De la phthisie pulmonaire,** étude anatomo-pathologique et clinique. 1867, 1 vol. in-8, avec fig. dans le texte et planches coloriées. 10 fr.

MOREAU (de Tours). **Traité pratique de la folie névropathique** (vulgo hystérique). 1869, 1 vol. in-18. 3 fr. 50

MUNARET. **Le Médecin des villes et des campagnes.** 4e édition, 1862, 1 vol. gr. in-18. 4 fr. 50

NIEMEYER. **Éléments de pathologie interne et de thérapeutique,** traduits de l'allemand, annotés par M. Cornil, et précédés d'une Introduction de M. le professeur Béhier. 1869, 2e édition française augmentée de notes nouvelles. 2 vol. gr. in-8. 15 fr.

ONIMUS et LEGROS. **Traité d'électricité médicale.** 1 fort vol. in-8, avec de nombreuses figures intercalées dans le texte. (*Sous presse.*)

REQUIN. **Éléments de pathologie médicale.** 1843-1863, 4 forts vol. in-8.

Prix de ces 4 volumes. 30 fr.

Le tome III se vend séparément. 6 fr.

Le tome IV se vend séparément. 8 fr.

SANDRAS (feu) et BOURGUIGNON. **Traité pratique des maladies nerveuses.** 2e édit., entièrement refondue. 1860-1863, 2 vol. in-8. 12 fr.

TARDIEU. **Manuel de pathologie et de clinique médicales.** 3e édition, corrigée et augmentée. 1866, 1 vol. gr. in-18. 7 fr.

Pathologie chirurgicale.

ANGER (Benjamin). **Traité iconographique des maladies chirurgicales**, précédé d'une introduction par M. le professeur Velpeau. 1866, in-4.

Chaque livraison est composée de huit planches et du texte correspondant.
Prix. 12 fr.

Tous les exemplaires sont coloriés.— La première partie (Luxations et Fractures) est terminée ; elle est composée de 12 livraisons et demie (100 planches contenant 254 fig. et 127 bois), et coûte reliée. 150 fr.

BILLROTH. **Traité de pathologie chirurgicale générale.** traduit de l'allemand, précédé d'une introduction par M. le professeur Verneuil. 1868, 1 fort vol. gr. in-8, avec 100 fig. dans le texte. 14 fr.

DONDERS. **L'Astigmatisme** et les verres cylindriques, *traduit du hollandais* par le docteur H. Dor, médecin à Vevey. 1862, 1 vol. in-8 de 144 pages. 4 fr. 50

HOUEL. **Manuel d'anatomie pathologique générale et appliquée**, contenant le catalogue et la description des pièces déposées au musée Dupuytren. 2e édition, 1862, 1 vol. in-18 de 930 pages. 7 fr.

JAMAIN. **Manuel de petite chirurgie**, 1864, 4e édition, refondue. 1 vol. gr. in-18 de 716 pages, avec 344 fig. 7 fr.

JAMAIN. **Manuel de pathologie et de clinique chirurgicales.** 1869, 2e édition. 2 forts vol. in-18. 15 fr.

LIEBREICH (Richard). **Atlas d'ophthalmoscopie** représentant l'état normal et les modifications pathologiques du fond de l'œil visibles à l'ophthalmoscope, composé de 14 planches contenant 60 figures tirées en chromolithographie, accompagnées d'un texte explicatif et dessinées d'après nature. 1870, 2e édition. 1 vol. in-folio. 30 fr.

MALGAIGNE. **Manuel de médecine opératoire.** 7e édition, 1861. 1 vol. grand in-18. 7 fr.

MAUNOURY et SALMON. **Manuel de l'art des accouchements**, précédé d'une Description abrégée des fonctions et des organes du corps humain, et suivi d'un Exposé sommaire des opérations de petite chirurgie les plus usitées, à l'usage des élèves sages-femmes qui suivent les cours départementaux. 1861, 2e édition, corrigée et augmentée. 1 vol. in-8, avec 32 fig. 7 fr.

NÉLATON. **Éléments de pathologie chirurgicale**, par M. A. Nélaton, membre de l'Institut, professeur de clinique à la Faculté de médecine, chirurgien de l'empereur, etc.

Seconde édition complétement remaniée.

TOME PREMIER, rédigé par M. le docteur Jamain, chirurgien des hôpitaux. 1 fort vol. gr. in-8. 9 fr.

TOME SECOND, rédigé par le docteur Péan, chirurgien des hôpitaux. 1 fort vol. gr. in-8, avec 288 fig. dans le texte. 13 fr.

TOME TROISIÈME (1re partie), rédigé par M. le docteur Péan, 1 vol. gr. in-8, avec figures. 7 fr.

PHILLIPS. **Traité des maladies des voies urinaires.** 1860, 1 fort vol. in-8, avec 97 fig. intercalées dans le texte. 10 fr.

RICHARD (Adolphe). **Pratique journalière de la chirurgie.** 1 beau vol. gr. in-8, 1868, avec 300 fig. originales. 15 fr.

SCHWEIGGER. **Leçons d'ophthalmoscopie**, traduites de l'allemand par M. le docteur Herschell, avec 3 planches lith. et des fig. dans le texte. 1868, in-8 de 144 pages. 3 fr. 50

SOELBERG-WELLS. **Traité pratique des maladies des yeux.** 1 fort vol. gr. in-8, avec fig. et pl. coloriées. Traduit de l'anglais. (*Sous presse.*)

VIRCHOW. **Pathologie des tumeurs**, cours professé à l'université de Berlin, traduit de l'allemand par le docteur Aronssohn.
Tome I, 1867, 1 vol. in-8, avec 106 figures intercalées dans le texte. 12 fr.
Tome II, 1869, 1 vol. in-8, avec 80 fig. dans le texte. 12 fr.
Tome III, 1871, 1 vol. in-8, avec 60 fig. dans le texte. 12 fr.

Thérapeutique. — Pharmacie.

BOUCHARDAT. **Nouveau Formulaire magistral**, précédé d'une Notice sur les hôpitaux de Paris, de généralités sur l'art de formuler, suivi d'un Précis sur les eaux minérales naturelles et artificielles, d'un Mémorial thérapeutique, de Notions sur l'emploi des contre-poisons, et sur les secours à donner aux empoisonnés et aux asphyxiés. 1870, 16e édition, revue, corrigée. 1 vol. in-18. 3 fr. 50

BOUCHARDAT. **Formulaire vétérinaire**, contenant le mode d'action, l'emploi et les doses des médicaments simples et composés prescrits aux animaux domestiques par les médecins vétérinaires français et étrangers, et suivi d'un Mémorial thérapeutique. 1862, 2e édit. 1 vol. in-18. 4 fr. 50

BOUCHARDAT. **Manuel de matière médicale**, de thérapeutique comparée et de pharmacie. 1864-1865, 2 vol. gr. in-18, 4e édit. 14 fr.

BOUCHARDAT. **Annuaire de thérapeutique, de matière médicale et de pharmacie pour 1870**, contenant le résumé des travaux thérapeutiques et toxicologiques publiés pendant l'année 1869, et suivi d'un Mémoire de M. Bouchardat sur la goutte (30e année). 1 vol. in-18. 1 fr. 25

DESCHAMPS (d'Avallon). **Compendium de pharmacie pratique.** Guide du pharmacien établi et de l'élève en cours d'Etudes, comprenant un traité abrégé des sciences naturelles, une pharmacologie raisonnée et complète, des notions thérapeutiques, et un guide pour les préparations chimiques et les eaux minérales; un abrégé de pharmacie vétérinaire, une histoire des substances médicamenteuses, etc.; précédé d'une introduction par M. le professeur Bouchardat. 1868, 1 vol. gr. in-8 de 1160 pages environ. 20 fr.

Anatomie. — Physiologie. — Histologie.

BÉRAUD (B. J.). **Atlas complet d'anatomie chirurgicale topographique**, pouvant servir de complément à tous les ouvrages d'anatomie chirurgicale, composé de 109 planches représentant plus de 200 gravures dessinées d'après nature par M. Bion, et avec texte explicatif. 1865, 1 fort vol. in-4.

Prix : fig. noires, relié. 60 fr.

— fig. coloriées, relié. 120 fr.

Ce bel ouvrage, auquel on a travaillé pendant sept ans, est le plus complet qui ait été publié sur ce sujet. Toutes les pièces disséquées dans l'amphithéâtre des hôpitaux ont été reproduites d'après nature par M. Bion, et ensuite gravées sur acier par les meilleurs artistes. Après l'explication de chaque planche, l'auteur a ajouté les applications à la pathologie chirurgicale, à la médecine opératoire, se rapportant à la région représentée.

BÉRAUD (B. J.) et VELPEAU. **Manuel d'anatomie chirurgicale générale et topographique.** 1862, 2e édit. 1 vol. in-8 de 622 pages. 7 fr.

BÉRAUD (B. J.) ET ROBIN. **Manuel de physiologie de l'homme et des principaux vertébrés.** 1856-1857, 2 vol. gr. in-18, 2e édition, entièrement refondue. 12 fr.

BERNARD (Claude). **Leçons sur les propriétés des tissus vivants**, faites à la Sorbonne, rédigées par Emile ALGLAVE, avec 94 fig. dans le texte. 1866, 1 vol. in-8. 8 fr.

BUCHNER (Louis). **Science et Nature**, traduit de l'allemand, par A. Delondre. 1866, 2 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 5 fr.

CLÉMENCEAU. **De la génération des éléments anatomiques**, précédé d'une Introduction par M. le professeur Robin. 1867, in-8. 5 fr.

Conférences historiques de la Faculté de médecine faites pendant l'année 1865 (*les Chirurgiens érudits*, par M. Verneuil.—*Gui de Chauliac*, par M. Follin.—*Celse*, par M. Broca. — *Wurtzius*, par M. Trélat. — *Rioland*, par M. Lefort. — *Leuret*, par M. Tarnier. — *Harvey*, par M. Béclard. — *Stahl* par M. Lasègue. — *Jenner*, par M. Lorain. — *Jean de Vier*, par M. Axenfeld. — *Laennec*, par M. Chauffard. — *Sylvius* par M. Gubler. — *Stoll*, par M. Parot). 1 vol. in-8. 6 fr.

CORNIL ET RANVIER. **Manuel d'histologie pathologique** (*Anatomie pathologique générale*). 1869, 1 vol. in-18, avec 169 fig. dans le texte. 4 fr. 50

D'ASSIER. **Physiologie du langage phonétique**, in-18. 2 fr. 50

D'ASSIER. **Physiologie du langage graphique**, in-18. 2 fr. 50

DURAND (de Gros). **Essais de physiologie philosophique.** 1866, 1 vol. in-8. 8 fr.

FAU. **Anatomie des formes du corps humain**, à l'usage des peintres et des sculpteurs. 1866, 1 vol. in-8 avec atlas in-folio de 25 planches.

Prix : fig. noires. 20 fr.

— fig. coloriées. 35 fr.

GAVARRET. **Des images par réflexion et par réfraction.** 1867, 1 vol. in-18 de 190 pages, avec 80 fig. dans le texte. 3 fr. 50

GIRAUD-TEULON. **De l'œil**, notions élémentaires sur la fonction de la vue et de ses anomalies. 1 vol. in-18, avec fig. dans le texte. 2 fr.

JAMAIN. **Nouveau Traité élémentaire d'anatomie descriptive et de préparations anatomiques.** 3e édition, 1867, 1 vol. grand in-18 de 900 pages, avec 223 fig. intercalées dans le texte. 12 fr.

Avec figures coloriées. 40 fr.

JANET (Paul). **Le Cerveau et la Pensée.** 1867, 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 2 fr. 50

JOLY. **La Génération spontanée.** Conférence faite à Paris le 1er mars 1865. 50 c.

LEMOINE (Albert). **Le Vitalisme et l'Animisme de Stahl.** 1864, 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 2 fr. 50

LEMOINE (Albert). **De la physionomie de la parole.** 1865, 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 2 fr. 50

LAUGEL. **Les Problèmes de la vie.** 1867, 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 2 fr. 50

LAUGEL. **La Voix, l'Oreille et la Musique.** 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 2 fr. 50

LAUGEL. **L'Optique et les Arts.** 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 2 fr. 50

LETOURNEAU. **Physionomie des passions.** 1868, 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 2 fr. 50

LEYDIG. **Traité d'histologie comparée de l'homme et des animaux**, traduit de l'allemand par M. le docteur Lahillonne. 1 fort vol. in-8 avec 200 figures dans le texte. 1866. 15 fr.

LONGET. **Traité de physiologie.** 3e édition, 1869.
Tome I. 1 fort vol. gr. in-8. 12 fr.
Tome II. 1 fort vol. gr. in-8 avec fig. 12 fr.
Tome III et dernier. 1 vol. gr. in-8. 12 fr.

LONGET. **Mouvement circulaire de la matière dans les trois règnes**, tableaux comprenant un aperçu des fonctions nutritives dans les êtres organisés, avec figures coloriées; cartonné. 1866. 7 fr.

MAREY. **Du mouvement dans les fonctions de la vie.** 1868, 1 vol. in-8, avec 200 figures dans le texte. 12 fr.

MOLESCHOTT (J.). **La Circulation de la vie**, Lettres sur la physiologie en réponse aux Lettres sur la chimie de Liebig, traduit de l'allemand par M. le docteur Cazelles. 2 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 5 fr.

ONIMUS. **De la théorie dynamique de la chaleur dans les sciences biologiques.** 1866. 3 fr.

ROBIN (Ch.). **Anatomie microscopique. — Des éléments anatomiques des épithéliums.** 1868, gr. in-8. 4 fr. 50

ROBIN (Ch.). **Anatomie microscopique. — Des tissus et sécrétions.** 1869, gr. in-8 à 2 colonnes. 4 fr. 50

ROBIN (Ch.). **Journal de l'anatomie et de la physiologie** normales et pathologiques de l'homme et des animaux, dirigé par M. le professeur Ch. Robin (de l'Institut), paraissant tous les deux mois par livraison de 7 feuilles gr. in-8 avec planches.
Prix de l'abonnement, pour la France. 20 fr.
— pour l'étranger. 24 fr.

SCHIFF. **Leçons sur la physiologie de la digestion**, faites au Muséum d'histoire naturelle de Florence. 2 vol. gr. in-8. 20 fr.

TAULE. **Notions sur la nature et les propriétés de la matière organisée.** 1866. 3 fr. 50

VULPIAN. **Leçons de physiologie générale et comparée du système nerveux**, faites au Muséum d'histoire naturelle, recueillies et rédigées par M. Ernest Brémond. 1866, 1 fort vol. in-8. 10 fr.

Physique. — Chimie. — Histoire naturelle.

AGASSIZ. **De l'espèce et des classifications en zoologie.** 1 vol. in-8. 5 fr.

ARCHIAC (D'). **Leçons sur la faune quaternaire**, professées au Muséum d'histoire naturelle. 1865, 1 vol. in-8. 3 fr. 50

BAUDRIMONT. **Théorie de la formation du globe terrestre** pendant la période qui a précédé l'apparition des êtres vivants. 1 vol. in-8. 2 fr. 50

BERGERET. **De l'urine.** Chimie physiologique et Microscopie pratique. 1 vol. in-8. 4 fr. 50

BLANCHARD. **Les Métamorphoses, les Mœurs et les Instincts des insectes**, par M. Emile Blanchard, de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle. 1868, 1 magnifique volume in-8 jésus, avec 160 figures intercalées dans le texte et 40 grandes planches hors texte. Prix, broché. 30 fr.
Relié en demi-maroquin. 35 fr.

BOCQUILLON. **Manuel d'histoire naturelle médicale.** 1871, 1 vol. in-18, avec 415 fig. dans le texte. 14 fr.

FAIVRE. **De la variabilité de l'espèce.** 1868, 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine.* 2 fr. 50

FERMOND. **Essai de phytomorphie**, ou Etude des causes qui déterminent les principales formes végétales. 1864-1869, 2 vol. gr. in-8 de 600 pages environ, avec 30 planches représentant plus de 250 fig. 30 fr.

W. DE FONVIELLE. **L'Astronomie moderne**. 1869, 1 vol. de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*. 2 fr. 50

GERVAIS (Paul). **Reptiles vivants et fossiles**. 1 vol. grand in-8 à 2 colonnes, avec 19 planches gravées. 7 fr.

GRÉHANT. **Manuel de physique médicale**. 1869, 1 volume in-18, avec 469 figures dans le texte. 7 fr.

GRÉHANT. **Tableaux d'analyse chimique** conduisant à la détermination de la base et de l'acide d'un sel inorganique isolé, avec les couleurs caractéristiques des précipités. 1862, in-4, cart. 3 fr. 50

GROVE. **Corrélation des forces physiques**, traduit par M. l'abbé Moigno, avec des notes par M. Séguin aîné. 1 vol. in-8. 7 fr. 50

HENRY (Ossian), père et fils. **Traité pratique d'analyse chimique des eaux minérales** potables et économiques, avec leurs principales applications à l'hygiène et à l'industrie, etc. 1859, 1 vol. in-8 de 680 pages, avec 131 figures intercalées dans le texte. 12 fr.

LAUGEL (Auguste). **Les Problèmes de la nature**. 1864, 1 vol. in-18 de la *Biblioth. de philos. contemporaine*. 2 fr. 50

LIEBIG. **Le Développement des idées dans les sciences naturelles**. Études philosophiques. In-8. 1 fr. 25

LUBBOCK. **L'Homme avant l'histoire**, étudié d'après les monuments et les costumes retrouvés dans les différents pays de l'Europe, suivis d'une description comparée des mœurs des sauvages modernes, traduit de l'anglais par M. Ed. Barbier, avec 156 figures intercalées dans le texte. 1867. 1 beau vol. in-8, broché. 15 fr.

Relié en demi-maroquin avec nerfs. 18 fr.

QUATREFAGES. **Charles Darwin et ses précurseurs français**. Étude sur le transformisme. 1870, 1 vol. in-8. 5 fr.

RICHE. **Manuel de chimie médicale**. 1870, 1 vol. in-18 avec 200 fig. dans le texte. 7 fr.

SAIGEY. **La Physique moderne**. Essai sur l'unité des phénomènes naturels. 1868, 1 vol. in-18 de la *Bibliothèque de philosophie contemporaine*. 2 fr. 50

SAUVAGE. **Les Poissons fossiles**. 1869, grand in-8 à 2 col., avec une planche gravée. 3 fr. 50

BIBLIOTHÈQUE DE L'ÉTUDIANT EN MÉDECINE

COLLECTION D'OUVRAGES POUR LA PRÉPARATION AUX EXAMENS DU DOCTORAT, DU GRADE D'OFFICIER DE SANTÉ, ET AU CONCOURS DE L'EXTERNAT ET DE L'INTERNAT.

PREMIER EXAMEN.

BERTON. — GUIDE ET QUESTIONNAIRE de tous les examens de médecine et des concours de l'internat, de l'externat et de l'École pratique, avec les réponses des examinateurs eux-mêmes aux questions les plus difficiles, et suivi de grands tableaux synoptiques inédits d'anatomie et de pathologie. 1 vol. in-18, 1863. 2 fr. 50

BÉRAUD et ROBIN. — MANUEL DE PHYSIOLOGIE de l'homme et des principaux vertébrés, répondant à toutes les questions physiologiques du programme des examens de fin d'année. 2e édition, 2 vol. gr. in-18. 12 fr.

BERNARD (Claude). — LEÇONS SUR LES PROPRIÉTÉS DES TISSUS VIVANTS, faites à la Sorbonne, recueillies par M. *Émile Alglave*. 1865, 1 vol. in-8, avec 90 fig. dans le texte. 8 fr.

GOUBERT. — MANUEL DE L'ART DES AUTOPSIES CADAVÉRIQUES, surtout dans ses applications à l'anatomie pathologique, précédé d'une lettre de M. le professeur *Bouillaud*. 1867, 1 vol. in-8 de 500 pages, avec 145 figures dans le texte. 6 fr.

JAMAIN. — NOUVEAU TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE D'ANATOMIE DESCRIPTIVE ET DE PRÉPARATIONS ANATOMIQUES. 1867, 3e édition, 1 vol. grand in-18, avec 223 fig. dans le texte. 12 fr.
Avec fig. coloriées. 40 fr.

LONGET. — TRAITÉ DE PHYSIOLOGIE. 1868.
Tome I, 1 vol. grand in-8. 12 fr.
Tome II, 1 vol. grand in-8. 12 fr.
Tome III et dernier, 1 vol. grand in-8. 12 fr.

LONGET. — MOUVEMENT CIRCULAIRE DE LA MATIÈRE DANS LES TROIS RÈGNES, tableaux comprenant un aperçu des fonctions nutritives dans les êtres organisés, avec fig. coloriées, 1865. 7 fr.

VULPIAN. — LEÇONS SUR LA PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE ET COMPARÉE DU SYSTÈME NERVEUX, faites au Muséum d'histoire naturelle, recueillies par M. *Ernest Brémond*. 1 fort vol. in-8, 1866. 10 fr.

DEUXIÈME ET CINQUIÈME EXAMENS.

BILLROTH. — TRAITÉ DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE GÉNÉRALE, traduit de l'allemand par MM. Culmann et Sengel, précédé d'une introduction par M. *Verneuil*. 1 fort vol. grand in-8, avec 100 fig. dans le texte. 14 fr.

CORNIL et RANVIER. — MANUEL D'HISTOLOGIE PATHOLOGIQUE.
Première partie, *Anatomie pathologique générale*. 1 vol. in-18, avec 168 figures dans le texte. 4 fr. 50

GINTRAC. — COURS THÉORIQUE ET PRATIQUE DE PATHOLOGIE INTERNE ET DE THÉRAPIE MÉDICALE. 9 vol. in-8. 63 fr.
Chaque volume se vend séparément. 7 fr.

HOUEL. — MANUEL D'ANATOMIE PATHOLOGIQUE GÉNÉRALE ET APPLIQUÉE, contenant la *description* et le *catalogue* du Musée Dupuytren. 2e édition, 1862, 1 vol. grand in-18. 7 fr.

JAMAIN. — MANUEL DE PETITE CHIRURGIE, 4e édition refondue. 1864, 1 vol. gr. in-18, avec 314 figures. 7 fr.

JAMAIN. — MANUEL DE PATHOLOGIE ET DE CLINIQUE CHIRURGICALES. 1870, 2e édit., 2 forts vol. gr. in-18. 15 fr.

MALGAIGNE. — MANUEL DE MÉDECINE OPÉRATOIRE. 1861, 7e édition, 1 vol. gr. in-18. 7 fr.

NÉLATON. — ÉLÉMENTS DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE. 2e édition, 1868.
Tome premier, rédigé par le docteur *Jamain*. 9 fr.
Tome deuxième, rédigé par le docteur *Péan*. 13 fr.
Tome troisième (1re partie), rédigé par M. *Péan*. 1 vol. in-8, avec figures. 7 fr.

NIEMEYER. — ÉLÉMENTS DE PATHOLOGIE INTERNE, traduits de l'allemand, annotés par M. *Cornil*, avec une introduction par M. le professeur *Béhier*. 1869, 2e édition française, 2 vol. grand in-8. 15 fr.

TARDIEU. — MANUEL DE PATHOLOGIE ET DE CLINIQUE MÉDICALES. 1866, 1 fort vol. grand in-18, 3e édition. 7 fr.

VELPEAU et BÉRAUD. — MANUEL D'ANATOMIE CHIRURGICALE, GÉNÉRALE ET TOPOGRAPHIQUE. 3e édit., 1862, 1 vol. in-18 de 810 pages. 7 fr.

TROISIÈME EXAMEN.

BOCQUILLON. — MANUEL D'HISTOIRE NATURELLE MÉDICALE. 1869, 1 vol. gr. in-18, avec 415 fig. 14 fr.
GRÉHANT. — MANUEL DE PHYSIQUE MÉDICALE. 1 vol. gr. in-18, avec 469 fig. dans le texte. 7 fr.
GIRAUD-TEULON. — DE L'ŒIL, notions élémentaires sur la fonction de la vue et ses anomalies. 1867, in-18. 2 fr.
RICHE. — MANUEL DE CHIMIE MÉDICALE. 1870, 1 vol. in-18, avec 200 fig. dans le texte. 7 fr.

QUATRIÈME EXAMEN.

CASPER. — TRAITÉ PRATIQUE DE MÉDECINE LÉGALE, traduit de l'allemand par M. G *Germer Baillière*. 1862, 2 vol. in-8. 15 fr.
Atlas colorié. 12 fr.
BOUCHARDAT. — MANUEL DE MATIÈRE MÉDICALE, DE THÉRAPEUTIQUE ET DE PHARMACIE. 1864-1865, 4ᵉ édition, 2 vol. grand in-18. 14 fr.
DESCHAMPS. — MANUEL DE PHARMACIE ET ART DE FORMULER, contenant : 1° les principes élémentaires de pharmacie ; 2° des tableaux synoptiques : *a*, des substances médicamenteuses tirées des trois règnes, avec leurs doses et leurs modes d'administration ; *b*, des eaux minérales employées en médecine ; *c*, des substances incompatibles ; 3° les indications pratiques nécessaires pour composer de bonnes formules ; suivi d'un *Formulaire de toutes les préparations iodées* publiées jusqu'à ce jour. 1856, 1 vol. grand in-18, 19 figures. 3 fr. 50
FOY. — MANUEL D'HYGIÈNE PUBLIQUE ET PRIVÉE. 1845, 1 vol. in-18. 2 fr.

CINQUIÈME EXAMEN.

NAEGELE. — MANUEL D'ACCOUCHEMENTS à l'usage des élèves sages-femmes, nouvelle traduction de l'allemand sur la dernière édition, par M. le docteur *Schlesinger*, augmentée et annotée par le docteur *Jacquemier*, ancien interne de la Maison d'accouchements de Paris, suivi d'un Appendice contenant la saignée, les ventouses, la vaccine et les préparations pharmaceutiques les plus usuelles et les plus simples, et terminé par un QUESTIONNAIRE complet. (Ouvrage placé, par décision ministérielle, au rang des livres classiques des élèves sages-femmes de la Maternité de Paris.) 1 vol. grand in-18, avec 87 figures. Nouvelle édition. (*Sous presse*.)

REVUE Politique et Littéraire

(Revue des cours littéraires, 2ᵉ série.)

REVUE Scientifique

(Revue des cours scientifiques, 2ᵉ série.)

Directeurs : MM. Eug. YUNG et Ém. ALGLAVE

Première année, commençant le 1ᵉʳ juillet 1871.

Prix d'abonnement :

Une seule revue séparément

	Six mois.	Un an.
Paris	12ᶠ	20ᶠ
Départements.	15	25
Étranger....	18	30

Les deux revues ensemble

	Six mois.	Un an.
Paris	20ᶠ	36ᶠ
Départements.	25	42
Étranger...	30	50

BIBLIOTHÈQUE

DE

PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

Volumes in-18 à 2 fr. 50 c.

Ouvrages publiés.

H. Taine.

LE POSITIVISME ANGLAIS, étude sur Stuart Mill. 1 vol.

L'IDÉALISME ANGLAIS, étude sur Carlyle. 1 vol.

PHILOSOPHIE DE L'ART. 1 vol.

PHILOSOPHIE DE L'ART EN ITALIE. 1 vol.

DE L'IDÉAL DANS L'ART. 1 vol.

PHILOSOPHIE DE L'ART DANS LES PAYS-BAS. 1 vol.

PHILOSOPHIE DE L'ART EN GRÈCE. 1 vol.

Paul Janet.

LE MATÉRIALISME CONTEMPORAIN. Examen du système du docteur Büchner. 1 vol.

LA CRISE PHILOSOPHIQUE. MM. Taine, Renan, Vacherot, Littré. 1 vol.

LE CERVEAU ET LA PENSÉE. 1 vol.

Odysse-Barot.

PHILOSOPHIE DE L'HISTOIRE. 1 vol.

Alaux.

PHILOSOPHIE DE M. COUSIN. 1 vol.

Ad. Franck.

PHILOSOPHIE DU DROIT PÉNAL. 1 vol.

Charles de Rémusat.

PHILOSOPHIE RELIGIEUSE. 1 vol.

PHILOSOPHIE DU DROIT ECCLÉSIASTIQUE. 1 vol.

LA PHILOSOPHIE MYSTIQUE EN FRANCE AU XVIIIe SIÈCLE (St-Martin et don Pasqualis). 1 vol.

Émile Saisset.

L'AME ET LA VIE, suivi d'une étude sur l'Esthétique franç. 1 vol.

CRITIQUE ET HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE (frag. et disc.). 1 vol.

Charles Lévêque.

LE SPIRITUALISME DANS L'ART. 1 vol.

LA SCIENCE DE L'INVISIBLE. Étude de psychologie et de théodicée. 1 vol.

Auguste Laugel.

LES PROBLÈMES DE LA NATURE. 1 vol.

LES PROBLÈMES DE LA VIE. 1 vol.

LES PROBLÈMES DE L'AME. 1 vol.

LA VOIX, L'OREILLE ET LA MUSIQUE. 1 vol.

L'OPTIQUE ET LES ARTS. 1 vol.

Challemel-Lacour.

LA PHILOSOPHIE INDIVIDUALISTE, étude sur Guillaume de Humboldt. 1 vol.

L. Buchner.

SCIENCE ET NATURE, trad. de l'allem. par Aug. Delondre. 2 vol.

Albert Lemoine.

LE VITALISME ET L'ANIMISME DE STAHL. 1 vol.

DE LA PHYSIONOMIE ET DE LA PAROLE. 1 vol.

Milsand.

L'ESTHÉTIQUE ANGLAISE, étude sur John Ruskin. 1 vol.

A. Véra.

ESSAIS DE PHILOSOPHIE HÉGÉLIENNE. 1 vol.

Beaussire.

ANTÉCÉDENTS DE L'HÉGÉLIANISME DANS LA PHILOS. FRANÇ. 1 vol.

Bost.

LE PROTESTANTISME LIBÉRAL. 1 vol.

Francisque Bouillier.

DU PLAISIR ET DE LA DOULEUR. 1 vol.

Ed. Auber.

PHILOSOPHIE DE LA MÉDECINE. 1 vol.

Leblais.

MATÉRIALISME ET SPIRITUALISME, précédé d'une Préface par M. E. Littré. 1 vol.

J. Garnier.

DE LA MORALE DANS L'ANTIQUITÉ, précédé d'une Introduction par M. Prévost-Paradol. 1 vol.

Schœbel.

PHILOSOPHIE DE LA RAISON PURE. 1 vol.

Beauquier.

PHILOSOPH. DE LA MUSIQUE. 1 vol.

Tissandier.

DES SCIENCES OCCULTES ET DU SPIRITISME. 1 vol.

J. Moleschott.

LA CIRCULATION DE LA VIE. Lettres sur la physiologie, en réponse aux Lettres sur la chimie de Liebig, trad. de l'allem. 2 vol.

Ath. Coquerel fils.

ORIGINES ET TRANSFORMATIONS DU CHRISTIANISME. 1 vol.

LA CONSCIENCE ET LA FOI. 1 vol.

HISTOIRE DU CREDO. 1 vol.

Jules Levallois.

DÉISME ET CHRISTIANISME. 1 vol.

Camille Selden.

LA MUSIQUE EN ALLEMAGNE. Étude sur Mendelssohn. 1 vol.

Fontanès.

LE CHRISTIANISME MODERNE. Étude sur Lessing. 1 vol.

Saigey.

LA PHYSIQUE MODERNE. 1 vol.

Mariano.

LA PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE EN ITALIE. 1 vol.

Faivre.

DE LA VARIABILITÉ DES ESPÈCES. 1 vol.

Letourneau.

PHYSIOLOGIE DES PASSIONS. 1 vol.

Stuart Mill.

AUGUSTE COMTE ET LA PHILOSOPHIE POSITIVE, trad. de l'angl. 1 vol.

Ernest Bersot.

LIBRE PHILOSOPHIE. 1 vol.

A. Réville.

HISTOIRE DU DOGME DE LA DIVINITÉ DE JÉSUS-CHRIST. 1 vol.

W. de Fonvielle.

L'ASTRONOMIE MODERNE. 1 vol.

C. Coignet.

LA MORALE INDÉPENDANTE. 1 vol.

E. Boutmy.

PHILOSOPHIE DE L'ARCHITECTURE EN GRÈCE. 1 vol.

Et. Vacherot.

LA SCIENCE ET LA CONSCIENCE. 1 vol.

Chacun de ces ouvrages a été tiré au nombre de trente exemplaires sur papier vélin. Prix de chaque exemplaire. 10 fr.

BIBLIOTHÈQUE DE PHILOSOPHIE CONTEMPORAINE

FORMAT IN-8.

Volumes à 5 fr., 7 fr. 50 c. et 10 fr.

JULES BARNI. **La Morale dans la démocratie.** 1 vol. 5 fr.

AGASSIZ. **De l'Espèce et des Classifications**, traduit de l'anglais par M. Vogeli. 1 vol. in-8. 5 fr.

STUART MILL. **La Philosophie de Hamilton.** 1 fort vol. in-8, traduit de l'anglais par M. Cazelles. 10 fr.

DE QUATREFAGES. **Ch. Darwin et ses précurseurs français.** 1 vol. in-8. 5 fr.

HERBERT-SPENCER. **Les premiers Principes.** 1 fort vol. in-8, traduit de l'anglais par M. Cazelles. 10 fr.

BAIN. **Psychologie.** 2 vol. in-8, trad. de l'anglais par M. Cazelles. (*Sous presse.*)

ÉDITIONS ÉTRANGÈRES.

Éditions anglaises.

AUGUSTE LAUGEL. **The United States during the war.** 1 beau vol. in-8 relié. 7 shill. 6 d.

ALBERT REVILLE. **History of the doctrine of the deity of Jesus-Christ.** 1 vol. 3 sh. 6 p.

H. TAINE. **Italy** (Naples et Rome). 1 beau vol. in-8 relié. 7 sh. 6 d.

H. TAINE. **The Physiology of Art.** 1 vol. in-18, rel. 3 shill.

PAUL JANET. **The Materialism of present day**, translated by prof. Gustave MASSON. 1 vol. in-18, rel. 3 shill.

Éditions allemandes.

JULES BARNI. **Napoléon Ier** und sein geschitsschreber Thiers. 1 vol. in-18. 1 thal.

PAUL JANET. **Der Materialismus unserer Zeit**, übersetzt von Prof. Reichlin-Meldegg mit einem Vorwort von Prof. von Fichte. 1 vol. in-18. 1 thal.

H. TAINE. **Philosophie der Kunst**, 1 vol. in-8. 1 thal.

BIBLIOTHÈQUE D'HISTOIRE CONTEMPORAINE

Volumes in-18, à 3 fr. 50 c.

CARLYLE. **Histoire de la Révolution française**, traduit de l'anglais par M. Élias Regnault. — Tome Ier : LA BASTILLE. — Tome II : LA CONSTITUTION. — Tome III et dernier : LA GUILLOTINE.

VICTOR MEUNIER. **Science et Démocratie**. 2 vol.

JULES BARNI. **Histoire des idées morales et politiques en France au XVIIIe siècle**. 2 vol.

JULES BARNI. **Napoléon Ier et son historien M. Thiers**. 1 vol. Edition populaire sous le titre : **Napoléon Ier**. 1 vol. in-18. 1 fr.

AUGUSTE LAUGEL. **Les États-Unis pendant la guerre** (1861-1865). Souvenirs personnels. 1 vol.

DE ROCHAU. **Histoire de la Restauration**, traduit de l'allemand par M. Rosenwald. 1 vol.

EUG. VÉRON. **Histoire de la Prusse** depuis la mort de Frédéric II jusqu'à la bataille de Sadowa. 1 vol.

HILLEBRAND. **La Prusse contemporaine et ses institutions**. 1 vol.

EUG. DESPOIS. **Le Vandalisme révolutionnaire**. Fondations littéraires, scientifiques et artistiques de la Convention. 1 vol.

THACKERAY. **Les quatre George**, trad. de l'anglais par M. Lefoyer, précédé d'une Préface par M. Prévost-Paradol. 1 vol.

BAGEHOT. **La Constitution anglaise**, traduit de l'anglais. 1 vol.

EMILE MONTEGUT. **Les Pays-Bas**. Impressions de voyage et d'art. 1 vol.

FORMAT IN-8.

SIR G. CORNEWALL LEWIS. **Histoire gouvernementale de l'Angleterre de 1770 jusqu'à 1830**, trad. de l'anglais et précédé de la Vie de l'auteur, par M. MERVOYER. 1 v. 7 fr.

DE SYBEL. **Histoire de l'Europe pendant la Révolution française.**

1869. Tome Ier, 1 vol. in-8, trad. de l'allemand. 7 fr.
1870. Tome II, 1 vol. in-8. 7 fr.

TAXILE DELORD. **Histoire du second empire**, 1848-1869.

1869. Tome Ier, 1 fort vol. in-8 de 700 pages. 7 fr.
1870. Tome II, 1 fort vol. in-8. 7 fr.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.



